



TRABAJO FIN DE GRADO DE FISIOTERAPIA

TRATAMIENTO FISIOTERÁPICO DE LOS ANDADORES DE PUNTILLAS

Patricia Martín Casas

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	
○ Justificación de la elección del trabajo	5
○ Antecedentes y estado actual del tema	5
DESARROLLO DEL TRABAJO	
○ Anatomía y biomecánica del tobillo y el pie el niño	11
○ Manifestaciones clínicas	17
○ Diagnóstico médico	19
○ Valoración	20
○ Clasificación, estadios e indicación terapéutica	25
○ Tratamiento	26
○ Análisis crítico de los diversos tratamientos	31
○ Propuesta concreta de tratamiento de Fisioterapia	32
CONCLUSIONES	37
ANEXOS	
○ Gráficos	39
○ Tablas	42
BIBLIOGRAFÍA	47

RESUMEN

Los andadores de puntillas caminan habitualmente sin apoyar el talón, con un patrón preferente de contacto inicial con la punta del pie o con toda la planta, pero son capaces de apoyar el talón en bipedestación y de realizar una marcha con choque inicial del talón cuando se les pide o se concentran. La marcha de puntillas idiopática se considera un diagnóstico de exclusión de patologías neurológicas y ortopédicas cuando persiste en niños de más de 3 años que comenzaron a caminar con este patrón de forma simétrica, pero las características propias que muestran estos niños han propiciado que se haya propuesto definirla como síndrome que expresa un retardo de la adquisición y la maduración neuromotriz, que se perpetúa con una retracción secundaria del tríceps sural. Su tratamiento habitual está enfocado a mejorar la limitación de la flexión dorsal del tobillo e incluye estiramientos y ejercicios, férulas, toxina botulínica y cirugía de alargamiento en los casos en los que existe un equino, aunque su efectividad no está clara y no existen criterios claros de indicación terapéutica. A partir de la hipótesis del origen central de esta alteración se propone un tratamiento de Fisioterapia basado en el Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo o Método Perfetti, con el objetivo de favorecer el desarrollo neuromadurativo y mejorar las alteraciones ortopédicas, consecuencia de un patrón alterado.

Palabras clave: Marcha de puntillas idiopática, niños, fisioterapia.

ABSTRACT

Toe walkers habitually walk without heel strike, with a preferential pattern of initial contact with the forefoot or the whole plant, but they are capable of support the heel in standing and walking with initial heel shock when it is asked to them or they are focused on their gait. Idiopathic tiptoe gait is considered a diagnosis of exclusion of neurological and orthopaedic pathologies when it persists in children of more than 3 years that began to walk with this symmetrical pattern. The own characteristics of these children have propitiated the definition of tiptoe gait as a syndrome expressing a delay of the neuromotor acquisition and maturation, perpetuated with a secondary retraction of the triceps surae. Its habitual treatment is focused on improving the limitation of the ankle dorsal flexion and includes stretching and exercises, braces, botulinum toxin and lengthening surgery if the child has an ankle equinus contracture, though his efficiency is not clear and there do not exist unambiguous criteria of therapeutic indication. From the hypothesis of the central origin of this alteration this work proposes a Physical Therapy treatment based on the Therapeutic Cognitive Exercise or Perfetti Method, with the aim of enhance the development and improve orthopaedic alterations, considered a consequence of an altered pattern.

Key words: Idiopathic toe walking, children, Physical Therapy.

INTRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TRABAJO

Desde que entró en mi consulta el primer niño con marcha de puntillas idiopática me planteé estudiar más sobre esta alteración que, si bien algunos consideran una característica especial de la marcha, parecía ser sólo una manifestación más de una alteración del sistema nervioso central. Conforme fui valorando y tratando más niños con marcha de puntillas idiopática o, como se denominan comúnmente, andadores de puntillas (AP) creció en mí la impresión de estar ante una alteración más neurológica que ortopédica y sobre la cuál había muchos aspectos aún que esclarecer. Desde su etiopatogenia, marcada por la evolución histórica desde la consideración de la retracción como causa de la marcha de puntillas hasta su reciente confirmación como característica evolutiva, hasta las opciones terapéutica más empleadas, creció en mí el interés por contribuir a la valoración y al tratamiento de estos niños desde una perspectiva precoz, integral e innovadora, justificada por los últimos estudios neurocientíficos.

Por ello, realicé mi tesis doctoral sobre la valoración de los AP y, además de continuar valorando y tratando a los niños que me llegan, en estos momentos intento difundir sus resultados e implementar el abordaje terapéutico que se realiza, mediante Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo o Método Perfetti, en el que estoy especializada. No obstante, se requiere también evaluar las distintas técnicas empleadas en la valoración y el tratamiento de estos niños y proponer un abordaje terapéutico adecuado al estado de los conocimientos actuales. Para ello, he intentado en este Trabajo Fin de Grado resumir los aspectos esenciales de esta alteración y valorar la evidencia de los tratamientos de los AP, como base para proponer una intervención adecuada a las características de cada niño.

ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

Definición

Los andadores de puntillas son aquellos niños que habitualmente caminan sin apoyar el talón en la fase inicial del apoyo del pie, sino que contactan con el suelo con la punta del pie

o con toda la planta, pero que son capaces de realizar una marcha con apoyo de talón (Gráfico 1) cuando se les indica [1, 2] o cuando se concentran en su marcha [3], además de que normalmente pueden permanecer en bipedestación con los dos pies completamente apoyados [4]. La marcha de puntillas parece ser un patrón de marcha modificable voluntariamente [5] incluso en la edad adulta, siempre que no haya una retracción importante del complejo músculo-tendinoso gastrosóleo [6], pero que se dispara con la influencia de factores emocionales [7] y con el aumento de la velocidad [8].

Aunque la primera definición de esta alteración se centró en la retracción, posiblemente congénita, de la musculatura gastrosólea [9], varios estudios han hipotetizado que la retracción no es una entidad o causa en sí misma sino una consecuencia de un patrón de marcha alterado desde el inicio [10-16], tras la observación de niños que caminan de puntillas sin tener ninguna retracción o ser ésta ligera [4, 6, 17-20] y también de otros que vuelven a caminar con las puntas de los pies a pesar de haber recibido tratamiento ortopédico o quirúrgico y haber obtenido una movilidad normal de tobillo [6, 7, 14, 21, 22].

Estos hallazgos han limitado la importancia de la retracción en la génesis del patrón y conducido, sobre todo en los últimos años, a la discusión sobre la etiopatogenia de la marcha de puntillas, al estudio de los posibles factores de riesgo relacionados con esta alteración y a los problemas psicomotores, de integración sensorial y neuropsicológicos que frecuentemente presentan los AP [23-27] y que podrían explicar el escaso éxito de los métodos terapéuticos basados en el abordaje de las alteraciones ortopédicas [6, 7, 14, 21, 22].

Sin embargo, gran parte de los trabajos de valoración publicados han incidido en el análisis de patrón de marcha de los AP, para establecer sus características y también determinar sus semejanzas y diferencias con la marcha de los niños con parálisis cerebral infantil (PCI). El patrón cinemático de los AP muestra hito que no siempre consiguen, los AP presentan un despegue prematuro del talón, la inversión del segundo rodillo y un relativo acortamiento de la fase de respuesta a la carga, incluso cuando logran de forma espontánea un apoyo inicial con el talón [28], pues pueden verse afectados los tres rodillos del tobillo y el pie en función de la severidad del patrón [29, 30]. Además, los AP suelen presentar hiperextensión de rodilla en el apoyo y un incremento en la rotación externa del pie junto con la limitación en la flexión dorsal (FD) del tobillo durante el apoyo [7, 19]. La movilidad de la rodilla durante la marcha facilita la diferenciación cinemática de los AP con respecto a los niños con PCI, puesto que mientras los AP muestran un movimiento anormal del tobillo con mayor plantarflexión de la normal durante las fases de apoyo y balanceo, los niños con PCI mantienen

un significativo incremento de la flexión de rodilla durante la fase terminal del balanceo, lo que impide el apoyo inicial con el talón, además de que el movimiento del tobillo en flexión plantar y dorsal varía entre los diferentes ciclos de marcha para los AP y resulta invariable en los niños con PCI [19].

Por estos y otros hallazgos, las características propias que muestran los AP, a nivel motor y también en otras áreas del desarrollo, han propiciado que se haya propuesto definir la marcha de puntillas idiopática como síndrome, en cuanto a que expresa un retardo de la adquisición y la maduración neuromotriz que se perpetúa con una retracción secundaria del tríceps sural [31]. No obstante, son necesarios más estudios que permitan conocer mejor los factores implicados en esta alteración y las diferentes alteraciones que presentan estos niños, desde una perspectiva global e interdisciplinar, y que propongan y validen los métodos de evaluación más adecuados [23-27, 32].

Epidemiología

No se ha encontrado ningún dato sobre la prevalencia de la marcha de puntillas idiopática en nuestro país, mientras que en Estados Unidos se estimó en 1992 una prevalencia del 19% entre los niños y niñas de 2 a 6 años que se evaluaban en las consultas rutinarias de pediatría [33]. Respecto a su prevalencia en Europa, una revisión cita un estudio alemán del año 2008 que la sitúa en el 5,2% [23], en 362 niños, adolescentes y jóvenes holandeses se ha descrito una prevalencia del 12% [34] y un reciente estudio descriptivo de 1436 niños suecos con una edad media de 5,5 años ha reflejado una prevalencia del 2,09% además de describir que otro 2,79% de los niños habían sido AP pero a esa edad ya habían normalizado su patrón de marcha [17].

Respecto a la gran variabilidad encontrada, hay que destacar que algunos autores han indicado la necesidad de establecer parámetros objetivos de clasificación y valoración de los AP, dada su tendencia a modificar su patrón de marcha en el ámbito clínico y la subjetividad de la observación [1, 3, 10, 18-20, 28, 29, 35]. Además, junto a estos factores se ha señalado que la prevalencia descrita podría ser aún mayor ya que el niño realiza compensaciones que pueden originar que ésta sea poco evidente y por tanto pase desapercibida [6, 19, 34].

En cuanto a la distribución por sexos, esta alteración se presenta en niños y niñas aunque parece que es más frecuente en el sexo masculino, en una proporción que oscila entre

el 50 y el 80% en la mayor parte de los trabajos revisados [4, 5, 7, 9, 13-18, 20, 21, 31, 36-38], aunque no existen datos concluyentes [23, 35, 39] por lo que se requiere un trabajo epidemiológico adecuadamente diseñado para valorar su verdadera prevalencia [4, 21]. Su importancia clínica no ha sido reflejada ningún trabajo de nuestro país, mientras que en Reino Unido representa el 1% de las nuevas consultas de ortopedia de un Hospital General [4].

Dificultades para el diagnóstico

Los factores que podrían motivar la variabilidad en la prevalencia, anteriormente descritos, pueden relacionarse con que, para evaluar la aparición y evolución de la marcha de puntillas, se ha de considerar que el comienzo de la marcha en el niño es un proceso dinámico [40, 41] y que, al principio, el niño camina con los pies muy separados y puede hacerlo de puntillas al llevar el tronco y la pelvis hacia adelante. Por ello, se ha considerado normal que un niño camine así durante los 2-3 primeros meses tras el inicio de la marcha [4, 8, 13, 40-42], pero la aceptación de este patrón en las etapas precoces de la deambulación permanece dudosa [8, 43] y podría explicarse con un contacto inicial por el antepié seguido de un apoyo retrógrado del talón, en el patrón denominado “de dedos a talón” [8, 39-41]. No obstante, el carácter transitorio del patrón ha sido evaluado en un reciente trabajo, en el que 57% de los niños que caminaban de puntillas al comiendo de la marcha habían normalizado su patrón a los 5,5 años [17]. Entre los factores que pudiesen contribuir a la permanencia de la marcha de puntillas, la acentuación y el mantenimiento de este patrón se ha relacionado con la velocidad de marcha [8, 40] y, de forma dudosa, con el uso de tacatá [4, 13] y con la deambulación precoz agarrado a las manos de la madre [8].

No obstante, a los 2 años la marcha del niño ha de contener ya los parámetros iniciales de madurez del patrón, entre los que se encuentra el contacto inicial del pie con el suelo a través del talón [40, 44], que suele aparecer de forma clara a los 18 meses de edad [41]. Por ello si un niño realiza una marcha de puntillas en las primeras etapas de la marcha ésta es rápidamente reemplazada por el choque de talón y debería ser descrita como una fase transitoria del desarrollo normal de la misma [12], con frecuente influencia familiar, que debe desaparecer entre 3 y 6 meses después de su inicio [11] y siempre por debajo de la edad de los 2 años, a partir de la cual este patrón se comienza a considerar anómalo [3, 4, 6, 11, 21, 41]. Si la tendencia a caminar con las puntas de los pies continúa después de los 3 años se califica como anormal en todos los casos y el niño habrá de ser evaluado cuidadosamente para realizar un adecuado diagnóstico diferencial con algunas alteraciones infantiles que cursan con marcha de puntillas [22, 29].

A estos factores hay que añadir que la historia natural de esta alteración no es bien conocida, por lo que se podrían encontrar distintos hallazgos según la edad del niño. Aunque se ha sugerido una mejoría espontánea en algunos niños que logran hacer progresivamente una marcha con choque inicial de talón [14, 45], no todos los casos siguen esta evolución sino que en un porcentaje que recientemente se ha estimado en el 43% en niños de 5,5 años [17], los niños siguen caminando de puntillas y tienden a desarrollar un equino de tobillo si utilizan este patrón con una frecuencia elevada [13].

Impacto social y/o económico

No se han encontrado datos en la literatura sobre los costes que origina la marcha de puntillas idiopática y su impacto sobre niños y padres, pero diversos autores han reflejado que la marcha de puntillas es un motivo común de preocupación de los padres, que expresan en las visitas de revisión pediátrica [17, 46] y que esta alteración representa en Reino Unido el 1% de las nuevas consultas de ortopedia de un Hospital General [4].

Diversos trabajos han enumerado los problemas que afectan a estos niños y que pueden conllevar costes psicosociales y económicos:

- Ortopédicos: equino de tobillo [20, 34], retropié valgo, marcha en abducción y torsión tibial externa [19, 34, 47] y dificultad de movilidad de caderas y pelvis [7, 10, 19, 31]. También son frecuentes los problemas con el calzado, el dolor y los calambres musculares nocturnos [4, 10, 22, 37].
- Psicomotores: Caídas por la inestabilidad y el pobre equilibrio [4, 11, 32], además de que los síntomas mencionados pueden afectar al desarrollo global [10] y el patrón de marcha en ocasiones origina comentarios desagradables de otros niños [17]
- Neuropsicológicos: Dificultades en el lenguaje, la motricidad fina y gruesa y visuomotoras [20, 33]. Se han descrito de dificultades de moderadas a severas en las habilidades motoras, las funciones ejecutivas, la percepción, la memoria, el lenguaje, el aprendizaje, las habilidades sociales y emocionales/comportamentales [27, 32].

Sin embargo, la marcha de puntillas idiopática generalmente se considera una alteración funcional con escasa relevancia [22, 29, 41] y esta circunstancia puede ocasionar un retraso en la identificación de la alteración y la consulta médica, que se produce cuando se

perciben problemas como las limitaciones importantes de la movilidad del tobillo, trastornos evidentes de la marcha o caídas frecuentes [4, 7, 10, 22, 31, 37]. Los AP raras veces reciben tratamiento y/o indicaciones específicas si no presentan una retracción gastrosólea [17], con lo que se retrasa la posible intervención precoz que aproveche la mayor plasticidad del niño pequeño para la reeducación del patrón, además de limitar las posibilidades terapéuticas debido a la progresiva estructuración de las alteraciones [4, 20, 48, 49].

En esta misma línea hay que considerar que la observación, con una recomendación también de nivel C y la opción preferida en el caso de los AP de menor edad [1], podría implicar asimismo un elevado coste económico, no determinado hasta la fecha, al no realizarse una intervención preventiva de los riesgos neuromadurativos y ortopédicos que presentan estos niños. De este modo, la ausencia de tratamiento en etapas precoces de los AP motivaría la necesidad de tratar con posterioridad y con peores resultados las diversas alteraciones que frecuentemente sufren estos niños y que se manifiestan conforme aumenta su edad, tanto neuromadurativas (retrasos en diversas áreas del desarrollo psicomotor y dificultades de aprendizaje) como ortopédicas (equino de tobillo, pie plano valgo, torsión tibial externa, etc.) [1, 7, 14, 21, 22, 27, 37].

Por otra parte, ningún tratamiento ha demostrado para los AP un nivel de evidencia suficiente para realizar una recomendación mayor del nivel C (favorable pero no concluyente), pero se realizan en la actualidad variadas intervenciones sin una indicación clara, como fisioterapia, plantillas, férulas, inyección de toxina botulínica, etc., que suponen un alto coste económico, con repercusiones en la rutina de niños y padres y que pudiesen afectar al autoconcepto del niño [35, 50], además de poder resultar innecesarias [46]. La única intervención con una indicación clara, la cirugía de alargamiento, ha mostrado no ofrecer resultados definitivos en todos los casos además de no estar exenta de riesgos e implicar elevados costes [7, 11, 14, 21, 37, 45]. Por todo lo expuesto, la investigación sobre la valoración y el tratamiento de los AP cobra especial relevancia.

DESARROLLO DEL TRABAJO

ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL TOBILLO Y EL PIE EL NIÑO

En este apartado se dará especial relevancia al tobillo, la articulación más implicada y estudiada en la marcha de puntillas idiopática, a pesar de su interrelación con el resto de articulaciones y segmentos corporales.

Desarrollo del tobillo y el pie en el niño

El desarrollo del aparato locomotor en el niño varía con el crecimiento y con la adquisición de las habilidades motrices, por lo que se observan cambios continuos en las características morfológicas y funcionales del mismo durante los primeros años de vida. El recién nacido presenta algunas características adoptadas durante la vida intrauterina, como tibias varas y rotadas internamente, torsión femoral interna, retracción de los músculos rotadores externos de la cadera y pies planos flexibles. A medida que el aparato locomotor es sometido a estímulos generados por la acción muscular y por las cargas axiales se modifica la arquitectura torsional y angular de los huesos, que adoptan la anatomía definitiva hacia los 7 años de edad. Además, esta relación es recíproca, puesto que el crecimiento del sistema musculoesquelético produce cambios en la forma de moverse y en el consiguiente consumo de energía [51].

Durante el periodo neonatal los miembros inferiores (MMII) están habitualmente en una posición semejante a la que presentaban en el claustro materno [52], de forma que las caderas se encuentran en flexión, abducción y rotación externa, las rodillas en flexión y *genu varum*, las piernas en varo y los pies colocados en una posición de ligera supinación y dorsiflexión [53]. Esta posición de la extremidad inferior va variando progresivamente en función de los procesos de desarrollo y actividad funcional del niño [54]. Respecto al pie, en el momento del nacimiento su estructura está basada predominantemente en tejido blando, pero durante los primeros años de vida se produce una rápida transformación del cartílago a hueso, especialmente cuando el pie experimenta cargas mecánicas cuando el niño comienza a caminar [55]. La posición más común del pie es con el calcáneo en valgo y sin arco longitudinal interno (ALI) aparente, el cual se desarrollará progresivamente, de forma muy rápida hasta los 6 años, durante los cuales se produce la osificación y el desarrollo hacia una estructura madura del pie [56].

Los cambios morfológicos del pie afectan a los rangos de movilidad articular de sus distintas articulaciones. Al nacer el pie se encuentra en discreta flexión dorsal y supinación y la articulación tibio-peroneo-astragalina presenta una gran amplitud en flexión dorsal, de hasta 75°, que se reduce rápidamente durante los primeros años de vida, de forma que hacia los 3 años el rango de dorsiflexión considerado como normal es de 20°-25° y hacia los 10 años el niño presenta valores de 10-15° de dorsiflexión del tobillo con la rodilla extendida, considerados como normales durante la edad adulta [52, 57]. La articulación subastragalina presenta al nacimiento una posición neutra de 8-10° de varo, que va disminuyendo progresivamente hasta los 9 años de edad, cuando muestra valores similares a los de la edad adulta [53]. La pronación que presenta el niño cuando camina, también sufre una evolución importante durante los primeros años [54], de modo que cuando un niño comienza a caminar el ángulo que forma la bisectriz del calcáneo con el plano de apoyo tiene un valor medio de 7° y se reduce siguiendo una relación aproximada de 1° por año [58]. El antepié presenta al nacimiento una inversión de 10-15° en su eje longitudinal [53], que disminuye durante los primeros 5 años de vida hasta los 5°, considerado como valor de normalidad en el adulto [59].

Actividad del tobillo y el pie durante la marcha

A pesar de que su rango de movilidad no es muy amplio [60], el papel del tobillo durante la marcha resulta fundamental en la progresión y la absorción del impacto en la fase de apoyo, además de que facilita el avance del miembro durante la oscilación. Durante un ciclo completo, el tobillo presenta una flexión plantar de hasta 7° y una dorsal de hasta 10° durante el apoyo (del 0 al 7% del ciclo y del 7 al 48%, respectivamente) y una flexión plantar de hasta 20° en el despegue (del 48 al 62% del ciclo), seguida de una FD hasta la posición neutra en la fase media de la oscilación [61] y una nueva FD al final del balanceo para propiciar el choque de talón [43].

La articulación subastragalina presenta un eje de rotación oblicuo que permite una inversión o eversión del pie [61]. Tras el contacto inicial del talón, el pie comienza un movimiento de eversión cuyo máximo, de 4 a 6°, se produce en los primeros instantes de la fase media del apoyo [62, 63] a partir de los cuales el movimiento se realiza hacia la inversión máxima, en el 52% del ciclo, para volver a la posición neutra durante la oscilación y realizar una nueva inversión durante el último 20% del ciclo [60, 63]. La articulación mediotarsiana experimenta un movimiento de aplanamiento, en la fase media del apoyo junto a una leve FD, y de recuperación del arco en el despegue del talón [60] guiada por la supinación de la articulación subastragalina en las fases media y terminal del balanceo, que bloquea la

articulación mediotarsiana en una plantarflexión relativa que asegura la estabilidad intertarsal necesaria para soportar el peso corporal [61].

Estos parámetros, que no están presentes en las primeras etapas de la marcha independiente [8, 43], evolucionan progresivamente en los niños, con cambios importantes en los ángulos articulares hasta los 2,5 años y luego muy ligeros hasta los 4 años, cuando la marcha muestra ya cierta madurez. Este desarrollo progresivo se verifica en el choque de talón, que está claramente definido ya a los 2 años y a los 4 años muestra un patrón totalmente maduro [64]. En la generación de estos momentos de fuerzas y movimientos articulares intervienen tanto las estructuras ligamentosas, fibrosas y faciales, que mantienen la estabilidad del pie y configuran un sistema fundamental de amortiguación y transmisión de fuerzas, como las estructuras músculo-tendinosas [60, 65], cuya actividad se describe a continuación.

El patrón de activación temporal de los músculos del tobillo se corresponde con la secuencia de fases del ciclo de marcha, pues mientras que los flexores plantares se encuentran fundamentalmente activos durante el período de apoyo, los flexores dorsales lo hacen durante la oscilación, además de realizar una actividad excéntrica durante la respuesta a la carga. En cuanto a los flexores plantares, el conjunto funcional formado por el sóleo y los gemelos efectúa el 93% del total de la fuerza. La acción del sóleo comienza al final de la fase inicial del apoyo, se mantiene durante el apoyo medio y experimenta un fuerte crecimiento en intensidad hasta el 40% del ciclo, tras el cual disminuye hasta cesar con el inicio de la fase de doble apoyo o preoscilación. Los gemelos comienzan a actuar poco después que el sóleo y presentan un patrón electromiográfico similar, aunque algo inferior en magnitud. Los músculos perimaleolares tienen un papel fundamental en el control de las articulaciones del pie, al igual que los músculos intrínsecos, y presentan también una actividad diferenciada durante cada una de las fases del ciclo de marcha [60, 61].

Respecto al progresivo desarrollo en niños de este patrón de activación muscular, Sutherland y cols. encontraron que la actividad electromiográfica del tibial anterior y del grupo muscular gemelo-sóleo fue muy diferente en los niños de 1-1,5 años con respecto a los de 2-7 años. Los niños de 1 año mostraban una actividad prolongada del tibial anterior en la fase de apoyo y un retraso en el comienzo de su actividad durante el balanceo, mientras que los niños de 2-7 años mostraban ya un patrón maduro. Además, en los niños de menor edad se observó la actividad del complejo gastrosóleo en la fase de balanceo hasta el contacto del pie contrario y, sin embargo, a partir de los 2 años su actividad estaba limitada a la fase de apoyo monopodal, al igual que en el adulto [41, 64].

El patrón de marcha infantil

El patrón de marcha normal es adquirido por el niño a los 5-7 años de edad [41, 64], tras experimentar progresivas modificaciones desde el inicio de la misma, que se produce hacia los 15 meses de edad [41, 66, 67]. Cuando inicia la marcha el lactante inclina el cuerpo hacia delante, colocando los miembros superiores abducidos, con los hombros en rotación externa y los codos flexionados [8, 43]. Mantiene las extremidades inferiores muy flexionadas [68] y en abducción, para aproximar el centro de gravedad (CG) a la superficie de apoyo y aumentar la base de sustentación, logrando así un mayor equilibrio. La cadencia de la marcha es muy alta [8, 68], pues los MMII se proyectan hacia delante en una trayectoria irregular y chocan contra el suelo rápida y bruscamente, de forma que el contacto con el suelo se establece de forma casi digitigrada [41]. De forma progresiva y en relación con la edad del niño, la inclinación del tronco y la posición de flexión de las extremidades superiores e inferiores disminuye. Como resultado, el paso se alarga y el apoyo del pie se realiza con toda la planta, generando una cadencia más lenta y una velocidad mayor, así como una mayor duración de la fase de apoyo, considerada un indicador de la estabilidad [41, 69].

Perry destacó como determinantes del patrón de marcha infantil tres parámetros fundamentales en la reducción del gasto energético mediante la disminución del desplazamiento del CG durante la marcha [70, 71]. Estos parámetros, que se alcanzan en la mayoría de casos a los 2 años de edad, son el movimiento recíproco de los miembros superiores, la flexo-extensión de la rodilla y la presencia de un contacto inicial pie-suelo a través del talón [44]. En general, las características cinemáticas correspondientes al rango de movimiento articular en el plano sagital que presenta el patrón de marcha de los niños de 2 años varía muy poco con respecto a los parámetros obtenidos a partir de los 7 años [64], mientras que los parámetros de tiempo y de longitud del paso se modifican de forma gradual, debido fundamentalmente a la progresiva maduración neuromuscular y al cambio de las medidas antropométricas del niño por su crecimiento [44].

Por otro lado, Sutherland consideró como parámetros determinantes, de la maduración y el completo desarrollo del sistema nervioso central (SNC) y del aparato locomotor del niño, la duración del apoyo unipodal, la velocidad de la marcha, la cadencia, la longitud del paso y la relación entre la anchura pélvica y la separación entre ambos tobillos. Indicó que el patrón de marcha maduro está bien establecido en la mayoría de los niños a los 3 años y a partir de esta edad la longitud del paso y la velocidad aumentan, mientras disminuye la cadencia. Las diferencias con respecto a la marcha del adulto incluyen una mayor flexión de la rodilla durante

la respuesta a la carga y su frecuente hiperextensión durante el apoyo monopodal, además de una rotación pélvica y una rotación y abducción de la cadera ligeramente mayores, con las rodillas en progresión neutra o levemente interna [41]. En una revisión posterior de su estudio, Sutherland estableció que la longitud del paso, la cadencia y la velocidad de la marcha muestran evidencia de la maduración del SNC y del crecimiento hasta aproximadamente los 4 años de edad [72], a partir de los cuales los cambios pueden ser atribuidos mayormente al incremento de longitud de los MMII [44].

Esta evolución, además de considerarse desde un punto de vista biomecánico, ha de tener en cuenta que el desarrollo de la marcha va ligado a la maduración y el progresivo control descendente del SNC, desde que el niño empieza a patallar en sus primeros días de vida hasta que estos movimientos, aparentemente indiferenciados, aleatorios y sin objetivo, se transforman para permitir la aparición de la marcha bípeda [73], que no dejará de modificarse en el niño [74]. Se puede considerar así el desarrollo de la marcha desde la perspectiva de los sistemas dinámicos enunciada por Thelen y cols., que invita a priorizar en la comprensión de las funciones humanas la constante adecuación del comportamiento a las características propias y del entorno en cada momento, considerando cada tarea desde un enfoque integral basado en el bucle percepción-acción [75, 76]. Esta aproximación facilita la comprensión del proceso global de desarrollo y maduración del niño y de sus alteraciones [73] y la actuación terapéutica [76]. La problemática de los AP se abordará en este trabajo también bajo esta óptica, a pesar de que la mayor parte de la literatura se ha centrado en los aspectos biomecánicos y son escasos los autores que han realizado aportaciones en esta línea [12, 20, 23, 27].

ETIOPATOGENIA

La hipótesis de que la retracción, posiblemente congénita, de la musculatura gastrosólea [9] fuese la causa de esta patología se ha descartado ya que no resulta habitual encontrar contractura o retracción aquilea al nacimiento [4, 77], sino que los AP frecuentemente tienen sólo una ligera limitación en la FD [5, 20, 37] y el rango de FD pasiva excede la cantidad que usan durante la deambulación [5, 12, 16]. Además, varios estudios han hipotetizado que la retracción es una consecuencia de un patrón de marcha alterado desde el inicio [10-16], tras la observación de niños que caminan de puntillas sin tener ninguna retracción o ser ésta ligera [4, 6, 18-20] y también de otros que vuelven a caminar con las puntas de los pies a pesar de haber recibido tratamiento ortopédico o quirúrgico y haber obtenido una movilidad normal de tobillo [6, 7, 14, 21, 22]. No obstante, esta hipótesis no ha sido demostrada aún [23], aunque la avala el hallazgo de una moderada relación negativa entre

la edad y los grados de FD del tobillo en niños que no habían recibido tratamiento [20] y de que los sujetos que han caminado de puntillas tienen tres veces más posibilidades de tener una limitación en la FD activa del tobillo [34].

En esta línea, varios estudios sostienen que en algunos casos la marcha de puntillas idiopática es una condición autolimitada con mejoría en la adultez [6, 10, 22] debido a las compensaciones realizadas [7, 14, 19, 37], pero su asociación con otras patologías del desarrollo ha sido reflejada en diversos trabajos y se considera que cuando el patrón se mantiene en un niño debe haber sospecha de una etiología neuromuscular o neurológica subyacente [4, 10, 14, 19, 22, 36, 42, 78-82] o de un problema del desarrollo [12, 20, 33].

Se ha referido la relación entre la marcha de puntillas idiopática y variados FR durante la gestación, el parto y el período perinatal [4, 13, 20] lo que, junto con la historia familiar positiva en el 10-88% de los niños [4, 9, 13-18, 21, 23, 35-37, 77], sugiere un origen común en el SNC en el que se combinan factores genéticos y externos [15]. Asimismo, en varios trabajos sobre AP se ha encontrado una importante proporción de niños prematuros [4, 9, 13, 20, 31, 33], cuyo frecuente retraso en el desarrollo madurativo [83] y su mayor prevalencia de alteraciones neuro-sensoriales podrían orientar hacia la disfunción cerebral mínima como origen de la marcha de puntillas idiopática [84], y recientemente se ha propuesto que este patrón podría corresponder en algunos casos a una variante de “distonía focal transitoria infantil” [85].

La hipótesis de una alteración en el procesamiento sensorial en los niños con marcha de puntillas, ya sea debida a factores intrínsecos o extrínsecos, que se formuló en 1978 [80] y se ha retomado recientemente. El procesamiento sensorial ha sido definido como “el proceso neurológico que organiza las sensaciones del propio cuerpo y del entorno y propicia el uso del cuerpo dentro del entorno de forma eficaz” [86]. Según la teoría del procesamiento sensorial, los sistemas vestibulares, propioceptivos y táctiles contribuyen al desarrollo del movimiento en relación con las actividades y mediante la integración de los impulsos sensoriales procedentes del entorno estos sentidos guían y organizan el control motor del cuerpo [24]. Diversos trabajos que han demostrado que los AP presentan una hipersensibilidad vibratoria en el dedo gordo del pie y otros hallazgos neuropsicológicos y déficits en la integración sensorial que avalan esta hipótesis [23-25, 27].

A pesar de estos reciente hallazgos, la mayoría de autores consideran la marcha de puntillas idiopática como un diagnóstico de exclusión de patologías neurológicas y ortopédicas,

descartables mediante la exploración neurológica y ortopédica convencionales [4, 6, 9, 10, 12, 20, 21]. Sin embargo, las características propias que muestran estos niños han propiciado que se haya propuesto definir la marcha de puntillas idiopática como síndrome, en cuanto a que expresa un retardo de la adquisición y la maduración neuromotriz que se perpetúa con una retracción secundaria del tríceps sural [31].

MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Ortopédicas

Principalmente se ha estudiado la asociación entre la marcha de puntillas idiopática y el equino, hallándose una moderada relación negativa entre la edad y los grados de FD del tobillo en los AP que no reciben tratamiento [20]. Se ha determinado también que los jóvenes y adultos que han caminado de puntillas cuando eran niños tienen tres veces más posibilidades de tener una limitación en la FD activa del tobillo [34] y, aunque conforme se incrementa la edad el patrón de marcha de puntillas es menos perceptible, habitualmente los AP adultos manifiestan rigidez en la musculatura posterior de la pierna y el tendón de Aquiles y/o un equino de tobillo [13], que se ha relacionado con varios problemas del pie [45].

La adaptación del niño a un patrón de movimiento anómalo [11] produce alteraciones ortopédicas que llegan a limitar la movilidad de las caderas y la pelvis [7, 10, 19, 31] y las compensaciones por la marcha de puntillas prolongada pueden incluir el desarrollo de un retropié valgo y una marcha en abducción (Gráfico 2), que conducen al desarrollo de una torsión tibial externa [19, 47]. También son frecuentes las limitaciones en la movilidad, los problemas con el calzado, el dolor y los calambres musculares nocturnos [4, 10, 22, 27, 37], así como las caídas por la inestabilidad y el pobre equilibrio, ya que la marcha de puntillas impide la normal configuración en trípode del pie [4, 11]. Estos síntomas pueden afectar al desarrollo global del niño [10], en una etapa de importante evolución psicomotora [22], y el patrón de marcha característico origina en ocasiones comentarios desagradables de otros niños [17].

Neuromadurativas

Diversos autores han especulado con la posibilidad de que la marcha de puntillas idiopática sea una expresión motora de una disfunción cerebral mínima [6, 10, 15, 20, 36], pues esta marcha ha sido relacionada con alteraciones del desarrollo psicomotor [4, 15, 20, 21, 87], problemas cognitivos y de aprendizaje [33, 36, 38, 81, 87], emotivos-comportamentales [20, 31], visuoperceptivos y del lenguaje [38] y disfunciones sensoriales, auditivas y/o gestuales [31, 80, 82]. Accardo y cols. demostraron en una valoración de 163 niños que acudieron a las consultas pediátricas de un ambulatorio, menores coeficientes en el desarrollo del lenguaje en los AP que en los niños sin marcha de puntillas, de forma más acentuada en los preescolares [33], y Shulman y cols. hallaron en un grupo de 13 AP una elevada frecuencia de problemas atencionales y de hiper o hipoactividad, errores en la articulación y organización del lenguaje, déficits en el control motor fino y grueso y visuomotores [20].

Más recientemente, Martín y cols. han encontrado en un grupo de AP valores significativamente inferiores a los del grupo control en la evaluación neuromadurativa mediante el Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANIN) para las escalas de Psicomotricidad, Memoria, Desarrollo Verbal, Desarrollo No Verbal y Desarrollo Total [32] y Engström y cols. han referido problemas neuropsicológicos con dificultades de moderadas a severas en las habilidades motoras, las funciones ejecutivas, la percepción, la memoria, el lenguaje, el aprendizaje, las habilidades sociales y emocionales/comportamentales [27]. Respecto a la lateralidad, expresión de la lateralización cerebral, se ha encontrado en diversos grupos de AP una mayor preferencia por la mano izquierda [26] y una menor definición de la lateralidad podálica [32].

Hasta el momento actual la marcha de puntillas se identifica como un marcador que señala la necesidad de una valoración exhaustiva de los problemas del neurodesarrollo, pues su asociación con retrasos en el desarrollo de varias áreas sugiere que puede ser sólo otra manifestación de una alteración más global del mismo [12, 20, 31, 87]. En 2010, Williams y cols. han sugerido la posibilidad de una disfunción del procesamiento sensorial, que se define como una alteración en *“el proceso neurológico que organiza la sensación del propio cuerpo y del entorno y hace posible utilizar el cuerpo de manera efectiva en el mundo”* [23]. Posteriormente, los mismos autores han demostrado que los AP presentan en el pie un umbral de percepción vibratoria más bajo que los niños sin alteraciones [25], lo que podría apoyar su hipótesis [23].

DIAGNÓSTICO MÉDICO

La posibilidad de que este patrón de marcha señale la existencia de otras alteraciones neurológicas u ortopédicas implica la necesidad de realizar un adecuado diagnóstico diferencial para calificar como idiopática la marcha de puntillas [85]. La exploración osteomuscular debe descartar los trastornos ortopédicos [4], como la retracción del tríceps [21], además de evaluar la posible presencia de masas o alteraciones vasculares, una dismetría o una afectación ortopédica unilateral, sobre todo si la afectación es asimétrica [88].

En el ámbito de la neurología se han de excluir patologías como las enfermedades neuromusculares [10], la PCI [18, 19, 39, 79, 81, 89-92], la disfunción vestibular, patologías psiquiátricas [78, 80], trastornos del espectro autista [10, 12, 93] y alteraciones cognitivas severas [94]. Puede ser especialmente difícil distinguirla de la diplejía espástica leve [19], pero los AP comienzan a caminar a la edad habitual y caminan ya con las puntas de los pies [9, 20], mientras que los niños con PCI inician la marcha a una edad tardía [3], al igual que aquéllos con enfermedades neuromusculares (Gráfico 3) [10]. De este modo, se denomina marcha de puntillas idiopática sólo cuando los otros diagnósticos han sido excluidos y se trata de un patrón simétrico y desde el inicio de la marcha [4, 6, 10, 12, 20, 22].

En cuanto a los medios más empleados para este diagnóstico diferencial, la inspección de la columna y los MMII en busca de anormalidades cutáneas, asimetría pélvica, diferencias de longitud de los MMII, deformidades del pie, asimetría muscular o desarrollo muscular anómalo, resultan fundamentales para excluir causas secundarias de la marcha de puntillas. Igualmente, es fundamental realizar una evaluación neurológica detallada, que incluya la valoración de la sensación, la fuerza, los reflejos cutáneos y tendinosos y el tono muscular de los MMII [46]. Asimismo, en 2010 se publicó una herramienta clínica válida y fiable para calificar un niño como AP o bien derivarlo a un especialista, la “*Toe Walking Tool*”, que recoge datos demográficos, del desarrollo neuromotor, ortopédicos y algunas informaciones clave sobre orígenes neuromusculares o neurogénicos (Tabla 1) [95]. Además, la mayor parte de las patologías mencionadas son descartables mediante la exploración neurológica y ortopédica convencionales, aunque se puedan usar técnicas instrumentales como el análisis de la marcha para diferenciar los patrones de marcha y activación muscular, sobre todo para diferenciarla de la PCI, y habitualmente se utilicen pruebas complementarias para descartar completamente las patologías que pudiesen estar implicadas en la génesis del patrón [4, 6, 9, 10, 12, 20, 21].

VALORACIÓN

En general, en la valoración de los AP se ha recomendado el examen clínico y neurológico, junto con estudios electromiográficos y cinemáticos del patrón de marcha, aunque la recomendación del empleo de estos estudios se encuentra en discusión [6, 10, 20, 22, 31, 42, 96]. En estudios recientes se realizó la recomendación y/o aplicación de una valoración interdisciplinar de los AP [6, 10, 12, 20, 22, 31, 35, 42, 87]. Esta valoración debería realizarse con una perspectiva común por profesionales de las diversas disciplinas que se ocupan del desarrollo infantil, entre las cuales la neuropsicología y la fisioterapia tendrían un papel fundamental además de los médicos especialistas en traumatología y neurología [97]. Se considera que la valoración e intervención terapéutica desde un equipo multidisciplinar podría facilitar la realización de un análisis más exhaustivo, que permita la integración de los múltiples aspectos del desarrollo infantil y sus cambios comportamentales, tanto desde el punto de vista biomecánico como neuromadurativo [20]. Desde esta óptica, se exponen a continuación las distintas pruebas que se han considerado de interés en la valoración de los AP, cuyo análisis efectúan conjuntamente todos los profesionales del equipo aunque en su realización se implique específicamente uno de ellos [97].

Anamnesis

La entrevista clínica resulta fundamental en AP para conocer la historia pasada y actual del niño y poder así detectar los posibles factores de riesgo (FR), realizar un despistaje con otras alteraciones, orientar la valoración e informar adecuadamente a los padres o tutores [51, 95]. La historia debería incluir una detallada reseña sobre la gestación, el nacimiento, el desarrollo, la marcha y los posibles antecedentes familiares y/o médicos [46]. Se prestará especial atención a los posibles FR durante la gestación, el parto y el período perinatal [4, 20] y los antecedentes familiares [9, 16, 18, 36, 98], la presencia de prematuridad [4, 9, 13, 20, 31, 33], el retraso o las alteraciones en los hitos del desarrollo psicomotor [15, 20], cognitivos [33, 36, 38] y emotivos-comportamentales [20, 31, 82]. Resulta especialmente importante recoger el comienzo de la marcha independiente, así como si el niño comenzó a caminar de puntillas desde ese momento, la proporción del tiempo que camina de puntillas y si tiene la posibilidad de caminar con apoyo del talón. Además, también es necesario recoger la existencia de síntomas, si los hubiese, como dolor o torpeza motriz [46].

Pruebas ortopédicas

En cuanto al examen clínico, considerando la asociación positiva de la marcha de puntillas con el equino de tobillo [20, 34], la prueba más utilizada es la valoración de la movilidad del tobillo. Conviene medir la FD pasiva máxima en posición de extensión y de flexión de la rodilla, cuya diferencia es de aproximadamente 10° [10]. Una de las posiciones más utilizadas para realizar la medición con la rodilla extendida es el decúbito prono con el pie por fuera de la mesa de examen, pues permite una sencilla estabilización del segmento proximal y realizar a continuación la misma medición con la rodilla flexionada a 90° para evaluar de forma más específica el sóleo (Gráfico 4) [28, 35]. El goniómetro es el instrumento de uso más extendido para realizar esta medición [99] y ha demostrado una alta fiabilidad para la medición de la FD activa del tobillo, expresado por su coeficiente de correlación intraclass (CCI = 0,92) [100]. Algunos autores han indicado que una diferencia superior a los 15° señala una espasticidad de los gemelos, mientras que un valor inferior a los 5° se traduce en una retracción del complejo gastro-sóleo [15, 101, 102]. En AP, no resulta habitual encontrar contractura o retracción aquilea sino que frecuentemente tienen sólo una ligera limitación en la FD [5, 6, 19, 20, 31, 32, 34, 37], que se incrementa en los niños de mayor edad [4, 28, 91, 92].

El ángulo de pronación mide la pronación en el plano frontal a nivel de la articulación tibio – peroneo – astrágalo – calcánea y se ha utilizado para valorar a largo plazo la consecuencia de los tratamientos con férulas y cirugía sobre las alteraciones en la alineación del calcáneo y la tibia de los AP [7]. Su medición se realiza habitualmente junto con de la posición relajada del calcáneo en carga (PRCC), [103], considerando el ángulo entre las líneas medias del calcáneo y el tendón de Aquiles [104, 105] o bien sumando los valores de la PRCC y el tercio distal de la pierna (TDP) [104, 105]. Aunque no se han encontrado datos sobre la fiabilidad del ángulo de pronación, la medición de la PRCC ha demostrado una fiabilidad intraexaminador moderada en niños, con un CCI de entre 0,61 y 0,90 [106, 107]. Algunos autores han referido en un grupo de AP valores significativamente superiores a los del grupo control de pronación del calcáneo y del ángulo de pronación, posiblemente ligados a la limitación en la FD del tobillo [101, 108, 109].

El ángulo poplíteo, también denominada prueba de extensión pasiva de la rodilla, es una medición utilizada con frecuencia para evaluar la longitud muscular de los isquiotibiales en AP [5, 10, 19, 91, 92, 95], en los que diversos autores han descartado la retracción [32, 90, 91]. La versión clásica de la prueba sitúa al sujeto en decúbito supino con el miembro inferior a evaluar en flexión de cadera de 90°, sostenido por el evaluador que a su vez extiende la rodilla hasta llegar a la posición máxima, donde se realiza la medición angular [110, 111]. Ésta se

realiza al final del movimiento, cuando se obtiene una sensación de tope final firme debido a la tensión de los músculos isquiotibiales [110]. El ángulo poplíteo es el arco de movimiento que falta para obtener la extensión completa de la rodilla [112, 113], pero algunos autores utilizan el ángulo suplementario al indicado por considerar que da una respuesta más adecuada al concepto de movilidad y facilita la recogida de datos [114]. Su fiabilidad y su correlación con la evaluación visual han sido estudiadas recientemente, encontrándose elevados valores de precisión en la medición visual y goniométrica de este ángulo en niños para un mismo examinador [111, 115], además de una alta correlación entre ellas [111].

Análisis de la marcha

La observación visual de marcha, directa o mediante registros de vídeo, es el medio de evaluación más empleado en AP [4, 7, 13, 20, 21, 31, 37, 39, 85, 90, 91, 95], pero el análisis instrumental permite objetivar la evaluación y detectar alteraciones difícilmente observables [7, 10, 89]. Los niveles actuales de evidencia sitúan en el nivel C de recomendación a esta herramienta en los AP [1], la cual se ha utilizado ampliamente para caracterizar su patrón de marcha [19, 29, 36, 79, 81, 91, 92, 116-118], analizar su apoyo de talón, tanto espontáneo [28] como requerido [2], y evaluar la efectividad de los diferentes tratamientos propuestos [7, 18, 90, 119, 120]. Respecto a su fiabilidad para la evaluación del patrón, aunque no se han encontrado datos específicos, conviene resaltar que se ha demostrado una gran variabilidad de la marcha de los AP [1, 3, 10, 18-20], que tienden a alterar su marcha habitual en situación de examen [7, 13, 21, 37].

El patrón cinemático de los AP muestra unas características específicas que se conservan hasta la edad adulta a pesar del tratamiento, aunque la marcha se acerca más a los parámetros habituales [7] por las compensaciones producidas [19, 31]. Incluso cuando logran de forma espontánea un apoyo inicial con el talón, hito que no siempre consiguen, los AP presentan un despegue prematuro del talón, la inversión del segundo rodillo y un relativo acortamiento de la fase de respuesta a la carga [28], pues pueden verse afectados los tres rodillos del tobillo y el pie en función de la severidad del patrón [29, 30]. Además, los AP suelen presentar hiperextensión de rodilla en el apoyo y un incremento en la rotación externa del pie junto con la limitación en la FD del tobillo durante el apoyo, sin relación directa con las mediciones pasivas [19, 29, 89], lo que podría explicar las compensaciones estáticas y dinámicas observadas cuando los niños crecen [7, 19].

La electromiografía durante la marcha ha sido utilizada para caracterizar el patrón de marcha de los AP [81], pero sobre todo para intentar hallar sus diferencias con el de los niños con PCI y los niños sin alteraciones caminando de puntillas, en lo cual se han obtenido resultados contradictorios. El patrón electromiográfico de los AP implica un inicio prematuro de la actividad del gastrocnemio en el final de la fase de balanceo, que retrasa o inhibe la actividad del tibial anterior, y un exceso de actividad del gastrocnemio y del tibial anterior durante el apoyo [90]. Este patrón permite diferenciarlos de los niños sin alteraciones incluso cuando realizan de forma espontánea una marcha con apoyo inicial del talón, pues aún con un patrón aparentemente fisiológico los AP mantienen la anticipación y el incremento de la actividad electromiográfica normalmente observada en el tríceps sural durante la primera mitad de la fase de apoyo, característicos de la marcha de puntillas [18, 28]. No obstante, cuando se comparó la actividad electromiográfica de un grupo de AP con un grupo de niños con un desarrollo normal a los que se les pidió que caminasen de puntillas, los dos grupos presentaron respuestas indiferenciadas [18, 89], aunque cuando Kalen y cols. compararon estos dos grupos con un tercero de niños con PCI, encontraron que los hallazgos de los AP se parecían más a los de los niños con PCI que a los del grupo control. Como las diferencias entre los tres grupos no resultaban muy claras, estos autores sugirieron que el análisis electromiográfico durante la marcha podría no ser un medio adecuado de diagnóstico de los AP [36].

Las últimas técnicas de análisis de la marcha en incorporarse en la valoración del patrón de marcha de los AP han sido la baropodometría, mediante una plataforma de marcha [121, 122], y un dispositivo diseñado específicamente para introducirse en el zapato y objetivar la realización del choque de talón durante la marcha en espacios exteriores [35].

Actividad neuromuscular

Dada la controversia existente y motivados por sus propios hallazgos de similitudes electromiográficas entre la actividad muscular de los AP, los paráliticos cerebrales y los niños sanos caminando de puntillas (Gráfico 5), Rose y cols. y Policy y cols. propusieron varias pruebas que solicitasen el control selectivo del cuádriceps, que no mostró diferencias durante la marcha como medio para diferenciar los AP y los niños con PCI. Sus resultados sugirieron que los patrones electromiográficos de activación del cuádriceps y los gemelos durante la extensión de la rodilla junto con la FD voluntaria del tobillo podrían ayudar a diferenciar los pacientes con diplejía leve de los AP, pues en los primeros se produce una gran coactivación, que los diferencia de los segundos [91, 92]. Brouwer y cols. consideraron la necesidad de evaluar en estos dos grupos de niños la función neuromuscular por medio de la valoración de

la actividad electromiográfica y de los momentos de fuerza que desarrollaban en decúbito supino, con el tobillo en diversas posiciones, en actividades de elongación y de empuje activo en plantarflexión. Obtuvieron que los niños con PCI mostraban umbrales de estiramiento más bajos y eran capaces de generar menores fuerzas isométricas de plantarflexión que los AP, a expensas de unos ratios de cocontracción entre el tibial anterior y el sóleo significativamente más elevados [39].

Valoración del desarrollo neuromadurativo

Algunos autores han indicado que las pruebas cuantitativas, como el Gillette Score, resultan poco fiables para la evaluación de los AP [4], pero ya en los trabajos de Accardo y cols. se utilizó una valoración específica de las funciones corticales superiores [20, 33, 38]. Recientemente se han empleado varias baterías de valoración de los diversos aspectos del desarrollo infantil, como el *Gross Motor Quotient (GMTQ)* de las *Peabody Developmental Motor Scales (PDMS-2)* [35], el *Brigance Screen*, *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, 2nd ed. (BOT-2)*, el *Sensory Integration and Praxis Test (SIPT)* y el *Sensory Profile Caregivers' Questionnaire* [24, 26], el cuestionario parental *Five to Fifteen (FTF)* [120] y, en nuestro país, el Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANIN) [32].

Se ha formulado también la recomendación de evaluar en los AP la motricidad y el resto de funciones superiores desde un punto de vista cualitativo y no cuantitativo [6], para detectar las pequeñas alteraciones en el tono muscular, la praxias, la marcha y el equilibrio que, entre otras, presentan estos niños [12]. Para ello, podrían resultar de utilidad las valoraciones que proponen los distintos métodos de valoración y tratamiento infantil: Vojta [123], Le Métayer [124], Bobath [125] y Perfetti [126].

Pruebas complementarias

La sobreutilización muscular del tríceps sural presente en los AP [10] como consecuencia de un patrón neuromotor alterado [90] podría explicar, según algunos autores, los cambios histológicos hallados en él, que parecen apoyar la existencia de un proceso neuropático [42]. Aunque las biopsias realizadas en AP en el año 1967 por Hall y cols. fueron referidas como normales [9], un estudio histológico más reciente ha encontrado una predominancia de las fibras musculares tipo I en la biopsias del gastrocnemio junto con fibras

atróficas angulares, adelgazamiento de las membranas basales, adelgazamiento capilar y fibras en proceso de degeneración y regeneración, cambios similares a los vistos en los pies equinovaros congénitos [42].

En cuanto a las pruebas neurológicas de imagen convencionales, han mostrado poca sensibilidad para detectar las alteraciones funcionales del SNC. Esta falta de sensibilidad se ha puesto de manifiesto en un estudio realizado con 20 AP en los que, con un examen neurológico y una resonancia magnética dentro de la normalidad, se ha encontrado en el 25% una notable asimetría de las respuestas somestésicas corticales con, en algunos, verdaderas anomalías en la extinción de la amplitud de los potenciales y problemas de conducción [127].

Recientemente se ha implementado en la valoración de los AP la medición del umbral vibratorio en el dedo gordo del pie, a partir de la hipótesis del déficit de integración sensorial como génesis del patrón de marcha de puntillas, hallándose en los AP una hipersensibilidad a los estímulos táctiles [24, 25].

CLASIFICACIÓN, ESTADIOS E INDICACIÓN TERAPÉUTICA

Para considerar la opinión de los padres, diversos autores recogen el porcentaje máximo de tiempo estimado de marcha de puntillas con respecto al total del tiempo que el niño camina habitualmente [14, 35]. De este modo, se diferencia a los AP que utilizan ese patrón de marcha el 25%, el 50%, el 75% o el 100% del total del tiempo de marcha [4, 17, 21] e incluso se ha utilizado este parámetro para valorar la efectividad de un tratamiento conservador [120].

En función de los grados de FD que presentan, los AP se pueden clasificar en dos grupos: los que tienen una FD limitada y los que no la tienen [12] o, con otra denominación, los AP habituales y los que presentan un acortamiento tendo-calcáneo [15]. Esta clasificación implica un diverso abordaje terapéutico, pues se ha recomendado el tratamiento quirúrgico siempre que haya una retracción del complejo gastro-sóleo o equino [6, 10, 31], aunque también se podría aplicar un tratamiento conservador en los niños mayores de 2 años con una FD inferior a 10° y que no pueden caminar sin hiperextender la rodilla [22]. Por otro lado, un trabajo ha señalado que los AP habituales con FD mayor de 10° con la rodilla extendida pueden evolucionar espontáneamente [31].

Con respecto al patrón de marcha, Alvarez y cols. diseñaron una clasificación específica para los AP en el año 2007, a partir del análisis cinético y cinemático de la marcha de 133 AP, con el objetivo de sugerir la opción terapéutica más adecuada para cada grupo. Diferenciaron tres patrones diversos de severidad a partir de la presencia o ausencia de un primer rodillo del tobillo, de un tercer rodillo precoz y de un primer momento de tobillo predominantemente flexor [29]. Esta clasificación ha sido empleada posteriormente con el mismo objetivo [30] y también para evaluar la eficacia del tratamiento con toxina botulínica en AP [120]. En 2012, se presentó un trabajo en el se utilizó el análisis baropodométrico en un grupo de AP de 3 a 6 años, en relación con la clasificación cinética y cinemática anteriormente descrita y conjuntamente con los resultados del análisis clínico y neuromadurativo de dichos niños, para describir tres grupos de AP con características diferenciales y proponer una indicación terapéutica específica para cada uno de ellos [32].

TRATAMIENTO

Como ya se ha indicado, el tratamiento convencional de los AP está enfocado a la retracción músculo-tendinosa y sólo en los casos en los que la movilidad de los tobillos está gravemente comprometida, con el objetivo de aumentar la flexión dorsal del tobillo para mejorar así la marcha [4, 6, 21, 22]. A continuación se exponen las distintas modalidades terapéuticas empleadas en los AP, aunque hay que considerar que existe una limitada evidencia científica de su efectividad, por lo que se realizará posteriormente un análisis crítico de las mismas. En conjunto, se puede afirmar que la efectividad de las distintas modalidades de tratamiento no está clara en los AP [1, 14, 21, 22, 98], pues no se han encontrado estudios adecuados para comparar la efectividad de las distintas opciones de tratamiento ni el papel de la Fisioterapia [1, 4, 10, 14, 22]. No se ha diferenciado el tratamiento médico del fisioterápico pues, como ya se ha expuesto, la valoración y el tratamiento de estos niños se realizan habitualmente en un ámbito interdisciplinar en el que cada profesional aporta lo referido a sus competencias.

Férulas combinadas con ejercicios

Los métodos conservadores se utilizan sobre todo en los niños más pequeños [31], proponiéndose el uso de férulas, plantillas y ejercicios en los AP mayores de 2 años con una dorsiflexión inferior a 10° y que no pueden caminar sin hiperextender la rodilla, para acelerar la resolución del problema [22] y evitar las posibles alteraciones secundarias [4, 10, 31]. En general, se han recomendado las férulas seriadas como tratamiento inicial óptimo [128], con mejores resultados en niños más pequeños y cuanto más tiempo se utilicen [16, 18, 22, 36, 39].

Se ha documentado su efecto beneficioso a corto plazo sobre la movilidad en flexión dorsal del tobillo y sobre la activación neuromuscular [39].

No obstante, algunos autores han encontrado que este efecto sobre la movilidad del tobillo sólo se verificaba cuando se disminuía la tensión pasiva mediante la flexión de la rodilla y en el patrón de marcha en los niños más pequeños en los que la marcha de puntillas resultó ser un patrón transitorio [4] y que los beneficios sobre la activación tríceps-tibial anterior medida mediante electromiografía sólo se obtenían en un caso sobre dos [18]. Generalmente utilizadas en combinación con ejercicios activos de dorsiflexión y de marcha [16], y ya sean férulas nocturnas o de marcha [129], se han mostrado de eficacia limitada, pues algunos estudios no han encontrado resultados favorables [14, 21, 31] o han valorado sólo el mantenimiento de la mejoría a corto plazo [39] y otros trabajos han demostrado que los beneficios no se mantienen a largo plazo [14] y hay recurrencia del patrón de marcha de puntillas [4, 16, 18, 37].

Alargamiento quirúrgico

La cirugía de alargamiento del tendón de Aquiles, con tenotomía percutánea, a cielo abierto o con aponeurotomía de los gemelos, habitualmente seguida de tratamiento ortopédico [3], ha logrado mejores resultados en cuanto al incremento de la flexión dorsal del tobillo y de la satisfacción de los padres [9, 21] y el patrón de marcha [14, 119] y, además, mantenidos en el tiempo [21, 31]. Algunos autores han señalado la capacidad de la cirugía de devolver al niño a la función normal con el menor impacto sobre el niño y la familia, en contraposición con las férulas seriadas que representan un tratamiento muy laborioso con resultados inciertos, por lo que recomiendan el alargamiento percutáneo del tendón de Aquiles como primera opción, seguido de férulas para caminar por debajo de la rodilla durante cuatro semanas, ya que resulta en una cicatriz menor y menos tiempo de ferulización posterior [3]. Sin embargo, otros trabajos indican que la liberación de los gemelos es preferible al alargamiento Aquileo en AP [45] y se recomienda que la cirugía se adecue al tipo de contractura o retracción presente [47, 130].

Se debe considerar también que las distintas técnicas quirúrgicas de alargamiento del tríceps sural no están exentas de riesgos, ya que pueden originar tendinitis aquilea, sobrealargamiento [3] y debilidad permanente de los flexores plantares [119] que dificulta la propulsión durante la marcha [10, 81], por el importante papel del tríceps sural como generador de potencia [44]. El excesivo alargamiento del tríceps sural puede conducir a una marcha

calcánea caracterizada por una excesiva dorsiflexión en la fase de apoyo y una inadecuada generación de impulso que, una vez presentada, es difícil de corregir y puede conducir a discapacidad progresiva [7]. Por ello, algunos autores han señalado que la cirugía se debe reservar para los casos más severos con importantes retracciones en los flexores plantares a la edad de 6-8 años [12, 37, 128] u 8-10 años [10, 21].

Además, se ha recogido que incluso los adultos con marcha de puntillas idiopática que fueron tratados con cirugía y/o férulas caminan ocasionalmente de puntillas cuando no son observados por otras personas [37], con un patrón difícilmente detectable a la valoración visual [7]. Además, aunque haya cierta mejoría, los valores de dorsiflexión permanecen inferiores al rango normal y se sugiere que la marcha no llega a ser normal nunca [14, 45], pues existen cambios persistentes en la cinemática [7]. Se ha afirmado que la marcha de puntillas puede persistir después de todos los tratamientos estándar, que incluyen férulas y cirugía, incluso en la ausencia de una contractura significativa del tríceps sural [21]. Estos datos hacen rechazar el origen músculo-esquelético de la marcha de puntillas idiopática, mientras que refuerzan la hipótesis de un origen neurogénico y apoyan que el alargamiento quirúrgico del tendón de Aquiles debería ser considerado solamente cuando se haya demostrado un equino estructurado, con una retracción músculo-tendinosa [11, 45].

Toxina botulínica

Más recientemente se ha propuesto como opción terapéutica la toxina botulínica, seguida de férulas nocturnas o de marcha [90, 131] o de Fisioterapia [132], con mejoría en el patrón de marcha de carácter temporal [90] y/o permanente [131], si bien los resultados persisten en el caso de continuar el tratamiento con un programa de Fisioterapia activa [132] y en otros casos puede no resultar eficaz [120, 131]. La acción de la toxina afecta a la activación neuromotora, pues inhibe la contracción en los músculos en los que es aplicada, lo que puede proporcionar la oportunidad para modificar la activación muscular en el tobillo durante la marcha [90, 132], aunque puede no tener resultados al administrar solamente una inyección de forma aislada [133], incluso acompañada de un programa de estiramientos y ejercicios activos [120].

Tratamiento de Fisioterapia

La cinesiterapia ha tenido tradicionalmente un papel relevante en el tratamiento de la limitación de la FD del tobillo, centrando su intervención en la retracción local sin consideración hacia las posibles compensaciones en otros segmentos [10, 15, 21, 22, 37, 132]. Tachdjian ya propuso en 1972 un programa de cinesiterapia con ejercicios de estiramiento pasivos de los plantarflexores y férulas nocturnas, yesos seriados o férulas hasta la rodilla para corregir la contractura del tríceps, seguidos de un programa de estiramientos pasivos, ejercicios de potenciación de los dorsiflexores y ejercicios activos de marcha [128]. Sin embargo, los ejercicios de estiramiento no parecen resultar fundamentales en los AP que tienen sólo una ligera limitación en la FD [20].

En el año 2010, Clark y cols. publicaron un trabajo en el que, a partir de las teorías sobre el control motor y su influencia sobre factores ortopédicos durante el desarrollo infantil, elaboraron un protocolo de Fisioterapia que han aplicado a 5 AP y una media de edad de 4,15 años. El protocolo tenía una duración de 9 semanas y constaba de un total de 18 sesiones de 1 hora de duración, además de acompañarse de ejercicios domiciliarios que variaban en función de los logros obtenidos en cada sesión, en la que estaban presentes los padres. Obtuvieron un incremento significativo de la flexión dorsal del tobillo, que se mantenía un mes después de concluir la intervención, y una mejoría no significativa en el control motor grueso, evaluado mediante el *Gross Motor Quotient (GMTQ)* de las *Peabody Developmental Motor Scales*, en su segunda edición (*PDMS-2*). No obtuvieron mejorías en el patrón de marcha, evaluadas mediante un dispositivo que cuantificaba el porcentaje de choques de talón y la opinión de los padres, y los mismos autores destacaron las limitaciones del estudio en cuanto al dispositivo de valoración empleado y las características del protocolo de tratamiento. Además, señalan también la posibilidad de que la ausencia de los cambios en la marcha sea debida a que la etiología subyacente y la presentación de la misma puedan ser más complejas y variables que lo inicialmente asumido [35].

A pesar de que diversos autores han sugerido la necesidad de un tratamiento enfocado a modificar la actividad neuromotora [10, 21, 132], no se han encontrado estudios sobre ningún método de Fisioterapia orientado a la reeducación, que permita trabajar las alteraciones estáticas y funcionales desde el aprendizaje sensoriomotor, a excepción del trabajo anteriormente citado [35] y de algunas revisiones y descripciones de casos con resultados positivos pero escasa validez científica [122, 134-136]. Esto pudiese estar motivado porque han sido pocos los autores que han realizado una valoración que excede el ámbito biomecánico para evaluar la percepción sensoriomotora y los procesos de organización en los niños con marcha de puntillas [20, 24, 27, 33, 35, 38, 121, 122], así como los trabajos que han sugerido

su importancia [12, 23, 135, 136]. No obstante, estas aportaciones hacen prever que la Fisioterapia podría facilitar en los AP la adquisición de los aprendizajes sensoriomotrices correspondientes a su edad cronológica [132, 137, 138], además de prevenir las deformidades, los dolores y las alteraciones posturales, de la marcha y del equilibrio que pueden instaurarse si no se inicia precozmente el tratamiento [7, 13, 14, 21, 48] y que tienen una peor resolución cuanto mayor es el niño [4, 20, 132].

En esta línea, se ha propuesto recientemente como abordaje terapéutico el Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo [32, 135], que considera el tratamiento como aprendizaje en situación de alteración o patología y tiene su origen en la teoría neurocognitiva, la cual considera los procesos cognitivos (memoria, atención, percepción y lenguaje) como elementos básicos para la recuperación motora, por lo que se deben activar para conseguir una mejora del movimiento y de la sensibilidad, íntimamente relacionados. Fomentando el reconocimiento del mundo, se logra una mejoría en la funcionalidad que repercute en todas las áreas del niño y logra beneficios que sobrepasan lo puramente motor para favorecer el desarrollo neurocognitivo, base de todos los comportamientos [126, 137]. Sin embargo, no se han encontrado publicaciones que valoren la efectividad de estos nuevos planteamientos en los AP.

Otros tratamientos

También se han usado para el tratamiento de los AP zapatos ortopédicos y plantillas [11, 22, 31] para intentar mejorar la posición del pie y el patrón de marcha, pues frecuentemente se observan en los niños con marcha de puntillas otras alteraciones ortopédicas en pies y miembros inferiores, como pies cavos u otras deformidades de los pies [31], torsión tibial externa [7] e hiperextensión de rodillas [10, 31].

Para la modificación voluntaria del patrón, se ha estimado que los dispositivos de biofeedback auditivo pueden resultar de utilidad en AP [139]. En un caso, se ha utilizado sin resultados la Amantadina, un fármaco antivírico utilizado en el tratamiento del Parkinson [133], considerando la posibilidad de una marcha de puntillas distónica [140].

ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

En conjunto, se puede afirmar que la efectividad de las distintas modalidades de tratamiento no está clara en los AP [1, 14, 21, 22, 98], pues no se han encontrado estudios adecuados para comparar la efectividad de las distintas opciones de tratamiento ni el papel de la Fisioterapia [1, 4, 10, 14, 22], además de que en los referenciados no se han valorado las alteraciones en la postura, la marcha, el equilibrio y el desarrollo neuromadurativo ni otras alteraciones relacionadas con la marcha de puntillas idiopática [7, 11, 14, 22, 37]. Estos factores han de considerarse conjuntamente con la limitada calidad de los estudios publicados (Tablas 2 y 3).

Destaca la ausencia de criterios específicos para la aplicación de los diversos tratamientos, aunque la mayoría de trabajos consideran que el equino de tobillo es el mejor indicador del éxito o fracaso de los mismos [4, 46]. Así, una reciente revisión realiza la recomendación de aplicar tratamiento quirúrgico a aquéllos AP que presenten un equino de tobillo mientras que en los AP de más de 2 años sin limitación de la FD señalan que la observación, los estiramientos pasivos y las férulas nocturnas, seriadas y/o de marcha pueden resultar adecuadas al no haberse demostrado la superioridad de un método de tratamiento [46]. En esta línea, para algunos autores no resulta lógico aconsejar tratamiento [1, 6, 22] ante una alteración que parece ser benigna, transitoria y no debilitante, cuya incidencia e historia natural no son bien comprendidas [1, 4, 10, 17, 21, 132]. Además, hay que tener en cuenta que los niveles actuales de evidencia se sitúan en el nivel C de recomendación para la observación, al mismo nivel que las férulas seriadas y la cirugía si se considera su efectividad para disminuir la frecuencia de la marcha de puntillas en el seguimiento [1].

Se requiere por ello la realización de trabajos adecuadamente diseñados, para valorar las posibles alteraciones de los niños con marcha de puntillas, tanto ortopédicas como neuromadurativas [24, 27, 98], y para revisar la historia natural de los que no son tratados [4]. A partir de estos datos se debería evaluar de forma fiable y reproducible la efectividad de los diferentes tratamientos, pues hasta la fecha las publicaciones que recogen los resultados de los diferentes tratamientos son difícilmente comparables y, como se ha señalado, no existe una indicación terapéutica clara [4, 7, 12, 14, 21, 37, 90]. Sería necesario para ello evaluar las diversas opciones por separado, una vez revisada su indicación, pues a las contradicciones halladas en la literatura respecto a los diversos tratamientos, sobre todo en el caso de los conservadores, se suma que en muchos trabajos se utilizan conjuntamente varias estrategias, lo que dificulta su evaluación crítica [46].

PROPUESTA CONCRETA DE TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA

A continuación se expone la valoración y el tratamiento de una niña de cuatro años y medio con marcha de puntillas idiopática, que se realizó en consulta privada. Tanto el protocolo de valoración, como el planteamiento terapéutico y los consejos a los padres son aplicables a los AP de edades similares, aunque se deben efectuar modificaciones individuales según las especificidades del niño o la niña y la presentación de problemas asociados (equino, dificultades cognitivas y/o del lenguaje, etc.). Los principios de realización responden al Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo o Método Perfetti [126, 137], indicado recientemente como opción terapéutica en los AP a pesar de que la evidencia disponible es aún escasa [32, 135]. Se ha elegido esta opción terapéutica pues, a pesar de la existencia de una limitación en la FD del tobillo, ésta no era irreductible y se consideró que el abordaje conservador podría mejorarla, además de trabajar las diversas alteraciones perceptivas y cognitivas que presenta la niña. Hay que destacar que los padres acudieron a la consulta con la motivación de recurrir a un tratamiento conservador para intentar evitar la cirugía y se mostraron receptivos desde el primer momento a las recomendaciones y consejos de la fisioterapeuta. Por ello, se estableció un protocolo terapéutico que respondiese a criterios objetivos y también a la voluntad de los padres y la niña, con seguimientos periódicos que permitiesen realizar una derivación hacia la intervención quirúrgica si el Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo resultase ineficaz en la modificación del equino de los tobillos y/o en el logro de los objetivos planteados.

DATOS PERSONALES

- ✓ Fecha de nacimiento: 28 de noviembre del 2007.
- ✓ Diagnóstico médico: Andadora de puntillas.
- ✓ Antecedentes de Fisioterapia: No ha recibido Fisioterapia.
- ✓ Otros tratamientos: No.
- ✓ Hitos neuromadurativos: No gateó, marcha a los 11 meses y primeras palabras a los 2,5 años.

ANÁLISIS ORTOPÉDICO: Valoración goniométrica (Tabla 4)

La niña presenta un equino en los dos tobillos, pero mientras que el tobillo derecho muestra reductibilidad con la flexión de rodilla, indicando una mayor implicación del componente neuromuscular, el tobillo izquierdo muestra una leve implicación de los tejidos no contráctiles. Se descarta la retracción de la musculatura isquiotibial y destaca la asimetría entre la pronación presente en los dos pies, que se relaciona con que el pie izquierdo apenas apoye el retropié en bipedestación relajada. Esta asimetría, verificada mediante las pruebas de Galleazzi-Ellis, señala la posible presencia de una dismetría, con MI derecho más largo, por lo que se recomienda valoración traumatológica mediante telerradiografía.

OBSERVACIÓN DIRECTA

- ✓ Cómo se presenta la paciente: Caminando sobre los dedos, con necesidad constante de agarrarse a personas u objetos para mantener la estabilidad, muy curiosa y colaboradora
- ✓ Coloquio preliminar: La niña indica que no le duelen los pies y atiende a la explicación de que le vamos a ayudar a caminar mejor, pero no parece ser consciente de que su forma de caminar es diferente. Atiende y responde de forma adecuada a las preguntas y solicitudes (como la de mostrarnos cómo se sienta en el suelo a jugar).
- ✓ Qué sabe hacer espontáneamente: Utiliza para cualquier actividad los MMII de forma no fragmentada y muy poco controlada, con los pies en punta. Activa sólo ligeramente los extensores cuando se le solicita de forma explícita, pues para ir al contacto del objeto utiliza también la posición del pie en punta.

¿CÓMO SE MUEVE?

- ESPECÍFICO MOTOR:

- ✓ **MIEMBRO INFERIOR:** A la movilización pasiva se observa una ligera resistencia en isquiotibiales y tríceps surales y a rotadores externos de cadera y tensores de la fascia lata, fluctuante, que no aumenta con la velocidad. Además, hay una irradiación a la triple extensión y la abducción con cualquier movimiento voluntario y en las reacciones de enderezamiento en sedestación y un uso preferente de este esquema elemental para la bipedestación y la marcha. Tobillos y pies muy rígidos a la movilización pasiva.
- ✓ **CABEZA y TRONCO:** El tronco se mantiene en extensión total, mientras que la cabeza se mueve constantemente para captar los estímulos, pero los movimientos de ambos se producen en bloque.

- **TRANSFERENCIAS:** Las realiza sin una adecuada preparación de los apoyos, fragmentación del tronco ni adecuación a las características del medio. Usa los esquemas descritos con anterioridad, de forma estereotipada y sin adecuación previa, simultánea ni posterior a la realización de la secuencia motora. Las transferencias sedestación-bipedestación producen un gran desequilibrio.

- FUNCIÓN DE DEAMBULACIÓN (Observando las diferentes subfunciones):

- ✓ **ALCANCE:** Lo realiza con el antepié.
- ✓ **AMORTIGUACIÓN:** No hay transferencia de carga por la superficie plantar, el cuerpo oscila sobre el antepié.
- ✓ **APOYO:** No es estable, se realizan pasos rápidos y cortos.
- ✓ **PROPULSIÓN:** No hay una verdadera propulsión, el avance del tronco genera el movimiento de los MMII.

- FUNCIONES del TRONCO:

- ✓ VERTICALIDAD: Le cuesta mantener el tronco estable, cuando intenta permanecer tranquila y también cuando intenta mover tanto los MMSS como los MMSS.
- ✓ SOSTÉN: Cuando realiza el movimiento de un miembro, el tronco no realiza la compensación necesaria para mantener la estabilidad sino que “acompaña el movimiento” en un enderezamiento precoz y excesivo que lleva muchas veces a la pérdida del equilibrio.
- ✓ PROLONGACIÓN: Es la función predominante en el tronco, aunque frecuentemente excesiva y descontrolada, llevando a la necesidad de realizar un apoyo o bien a la caída.

¿CÓMO RECONOCE?

- ✓ INFORMACIONES CINESTÉSICAS: No distingue como diferentes los dos pies, uno colocado a 90º de flexión y el otro en flexión plantar forzada. Al realizar trayectorias simples, sí se fija en el “resultado” distal del movimiento y es capaz de reconocer círculos de diverso tamaño y también líneas curvas con diferentes orientaciones.
- ✓ INFORMACIONES TÁCTILES: Entre una textura suave y una lija no es capaz de reconocer cuál ha sentido con el pie derecho pero sí con el izquierdo. A la pregunta de ¿qué dedo te he tocado? no diferencia los dedos, ni siquiera el dedo gordo.
- ✓ INFORMACIONES PONDERALES: En sedestación erguida, con un balancín, diferencia si el peso mayor está en el talón o en los dedos, entre los dos pesos más diferentes, con mucha ayuda de la fisioterapeuta.
- ✓ INFORMACIONES DE PRESIÓN: En sedestación, le cuesta distinguir entre una esponja blanda y otra dura, aprieta mucho con todo el miembro inferior, sin lograr mantener el tronco estable ni el otro pie completamente apoyado. Con ayuda, mejora y logra diferenciarlas, sólo cuando se calma a nivel motor y presta atención a cómo entra su pie en la esponja (facilitación lingüística).
- ✓ OTRAS CONSIDERACIONES: Se observa un exceso de actividad motora, con dificultades para mantener el tronco estable y mover de forma organizada los miembros o dejarse llevar.

¿CÓMO USA LA ATENCIÓN? Le cuesta mantenerla; una vez que comprueba que cerrando los ojos percibe mejor lo hace de forma espontánea, tapándoselos con las manos, aunque a veces mira antes de tiempo. Tiende a moverse constantemente cuando quiere dirigir la atención, pero también el mismo movimiento descontrolado le aparta la atención del objetivo y le impulsa a buscar nuevas actividades. No quiere repetir varias veces una misma actividad, pero los cambios de modalidad y la implicación de otras partes del cuerpo para la exploración, como las manos, le ayudan a dirigir la atención y modificar el comportamiento. El lenguaje ayuda a canalizar su atención hacia las informaciones significativas, así como a realizar la exploración de manera lenta e indicando o tocando la parte del cuerpo que se modifica.

¿CÓMO USA EL LENGUAJE? Tiene un lenguaje poco fluido y preciso, no lo usa para indicar las partes de su cuerpo ni el objeto de forma espontánea, prefiere mover la parte implicada o señalarla.

¿CÓMO IMAGINA? Cuando se le pide que imagine que su pie hace un movimiento se concentra con los ojos cerrados, se toma un tiempo razonable para hacer la imagen y el movimiento es más adaptado, de forma que se deja guiar mejor e incluso anticipa el resultado final, aunque poco ajustado y con irradiación.

¿CÓMO APRENDE? Durante la valoración ya se modifica y sale de la clínica con un apoyo en las puntas de los pies pero con el antepié en vez de los dedos y una flexión plantar menos pronunciada. Además, mantiene algunas de estas modificaciones en la primera sesión. Durante la misma, integra y utiliza de forma espontánea los elementos sensoriomotores propuestos y también las sugerencias de la fisioterapeuta.

ELEMENTOS PREDICTIVOS (Tabla 5): Permiten definir la pauta terapéutica y estimar el pronóstico.

PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO:

PRIMERA FASE. Modificación intermedia nº 1: La niña es capaz de mantener los dos pies apoyados en el suelo en sedestación mientras hace una torre con 10 piezas, bajo control consciente.

UNIDAD DE TRABAJO: Miembros inferiores y tronco.

EJERCICIOS: **Ejercicios para el reconocimiento del cuerpo y de texturas y para la coordinación ojo-pie** (en supino o semi-sedestación) (Tabla 6).

SEGUNDA FASE. Modificación intermedia nº2: La niña es capaz de mantener en sedestación el apoyo completo de cada uno de los dos pies, mientras el otro permanece elevado del suelo sobre una pelota, manteniendo la FD del pie elevado, mientras cuenta hasta 10 con la fisioterapeuta, situada enfrente de ella, bajo control consciente.

UNIDAD DE TRABAJO: Tronco y miembros inferiores

EJERCICIOS: Ejercicios para la **fragmentación del pie** y la **organización de secuencias**, en sedestación, incidiendo en la comparación entre las diversas zonas del pie y también entre los MMII derecho e izquierdo (Gráfico 6).

- Reconocimiento de informaciones táctiles o cinestésicas con todo el pie
- Diferenciación funcional de las diversas zonas del pie, individualizadas en las

fases del paso: Talón-antepié y zona medial-lateral

TERCERA FASE. Modificación intermedia nº3: La niña es capaz de mantener la bipedestación con los dos pies, apoyados completamente en el suelo, mientras cuenta hasta 10 con la fisioterapeuta, situada enfrente de ella, bajo control consciente.

EJERCICIOS: Ejercicios para la transferencia dinámica de la carga en bipedestación: se realizarán los ejercicios de los grupos anteriores pero en bipedestación, con los dos MMII colocados de forma simétrica y progresivamente asimétrica (Gráfico 6).

MODIFICACIONES FINALES ESPERADAS: La niña es capaz de caminar de forma controlada (ante petición explícita) de forma plantígrada y lenta.

EJERCICIOS: Ejercicios para la transferencia dinámica de la carga y las otras fases del ciclo del paso: se realizarán los ejercicios de los grupos anteriores pero en sedestación erguida, en posición erecta y en posición de paso, en correlación con las fases del paso correspondientes, con una posición asimétrica de los MMII (Gráfico 6).

CONSEJOS Y RECOMENDACIONES A LOS PADRES

En cada sesión, los padres permanecen en la sala y participan en el tratamiento cuando los ejercicios se realizan de forma que la niña elige el acto sensoriomotor que prefiere y debe indicar después cuando la fisioterapeuta se lo realiza, para trabajar la anticipación (modalidad de “adivinanza”). De este modo, los padres aprenden la forma de integrar la forma de trabajo en las actividades cotidianas de juego pues, más que realicen los ejercicios en casa (que pueden repetir con materiales propios), se busca que se incluyan en las actividades cotidianas los contenidos de los diferentes ejercicios.

Así, se le pide a la niña que esté atenta a cómo están apoyados y situados sus pies, si están igual o diferentes, si están pisando algo o si notan algo diferente en una zona concreta, etc., para fomentar su atención hacia ellos. Progresivamente, se trabaja la globalidad del cuerpo relacionando los pies con los elementos proximales (por ejemplo, preguntándole “¿están tus pies en línea con tus caderas y rodillas?”), con referencias primero exocéntricas (“hacia la silla”, “hacia el suelo”, etc.) y posteriormente egocéntricas (línea media, derecha/izquierda, etc.) y con la imagen propia y del otro (actividades de imitación, en relación con el resultado del gesto, progresando hacia el conocimiento simbólico y la representación). Sólo de este modo las interacciones de la vida cotidiana podrán ayudar a la consecución de los objetivos terapéuticos propuestos, pues las estrategias aprendidas durante las sesiones podrán evocarse y aplicarse a situaciones cada vez más complejas, permitiéndola progresar en su desarrollo y mejorar su comportamiento motor [126].

CONCLUSIONES

Este trabajo ha pretendido recopilar y organizar desde una perspectiva clínica y científica el conocimiento disponible sobre los AP. Se ha expuesto la definición de esta alteración, las distintas hipótesis de su etiopatogenia y cómo éstas han determinado los diferentes métodos utilizados para su diagnóstico, valoración y tratamiento.

Los aspectos ortopédicos han sido los determinantes en el abordaje terapéutico de los AP pero desde hace algunos años diversos autores han dado mayor relevancia a un origen central de este patrón de marcha, en relación con alteraciones en otras áreas del desarrollo. Por ello, la mayor parte de la literatura encontrada ha incidido en el tratamiento ortésico y/o quirúrgico de estos niños, además de introducir la toxina botulínica más recientemente, conjuntamente en algunos casos con programas de estiramientos y ejercicios. No obstante, en los últimos años ha cobrado fuerza la consideración de los AP como niños con alteraciones globales del neurodesarrollo y, en consecuencia, se ha planteado un abordaje interdisciplinar que contemple todos los posibles problemas que pueden presentar. En este marco, se propone en el presente trabajo un tratamiento basado en el Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo o Método Perfetti, que considera el tratamiento como aprendizaje en situación patológica y tiene su origen en la teoría neurocognitiva, la cual considera los procesos cognitivos (memoria, atención, percepción y lenguaje) como elementos básicos para la recuperación motora. Según esta teoría, durante el tratamiento se deben activar los procesos cognitivos para conseguir una mejora del movimiento, que es el medio para conocer el propio cuerpo y el entorno. Con estas premisas se logra una mejoría en la funcionalidad que repercute en todas las áreas del niño, pues se favorece el desarrollo neurocognitivo, base de todos los comportamientos.

No se han encontrado apenas publicaciones que valoren la efectividad de estos nuevos planteamientos en AP, pero los resultados de los trabajos que han realizado una evaluación de la percepción sensoriomotora y los procesos de organización en estos niños, o sugerido su importancia, indican que un tratamiento de fisioterapia que incluya estos aspectos podría mejorar en los AP la adquisición de los aprendizajes correspondientes a su edad cronológica. Al mismo tiempo, podría permitir prevenir las deformidades, los dolores y las alteraciones de la marcha y del equilibrio que pueden instaurarse y que tienen una peor resolución cuanto mayor es el niño. Por ello, se presenta un planteamiento terapéutico con esta perspectiva, a partir de un tratamiento individual que describe los aspectos que, progresivamente, se han de trabajar en los AP.

No obstante, son necesarios más estudios que permitan conocer mejor los factores implicados en esta alteración y las diferentes alteraciones que presentan los AP, desde una perspectiva global e interdisciplinar, y que propongan y validen los métodos de evaluación más adecuados. A partir de ello, es necesario también valorar la eficacia de los distintos abordajes terapéuticos empleados en la actualidad en esta alteración, relativamente frecuente en los niños y con importantes aspectos aún por demostrar en su valoración y tratamiento.

ANEXOS

GRÁFICOS



Gráfico 1. Patrón de marcha típico en AP, espontáneo y cuando se pide el apoyo del talón.



Gráfico 2. Detalle posterior de la marcha de un AP, en el que se observan los mecanismos posiblemente relacionados con la pronación del pie y la torsión tibial externa frecuentes en estos niños.

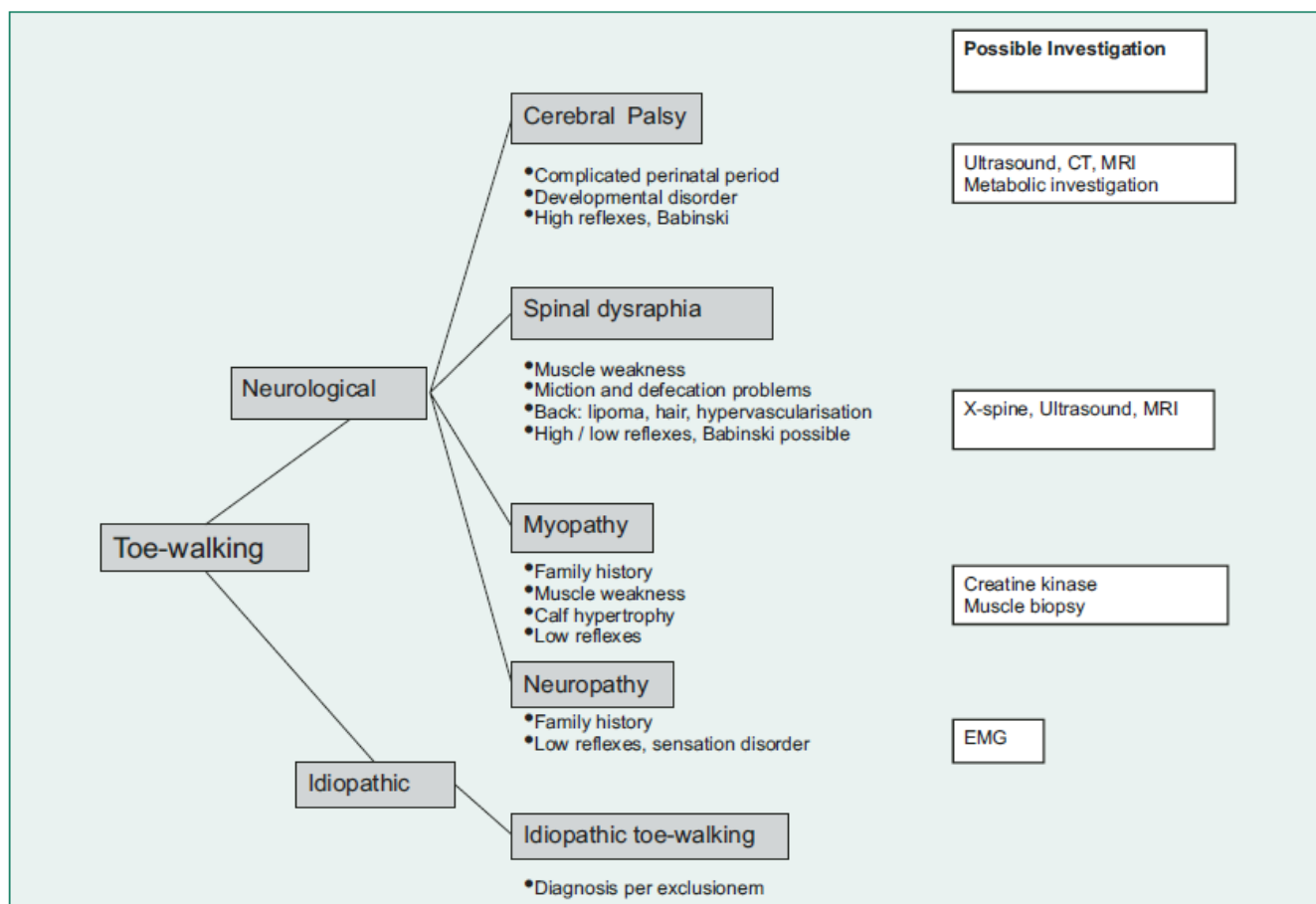


Gráfico 3. Diagnóstico diferencial y tests diagnósticos adicionales en la marcha de puntillas infantil. Fuente: Klooker y Schuerman [141].



Gráfico 4. Medición de la dorsiflexión pasiva del tobillo, con la rodilla extendida y flexionada.

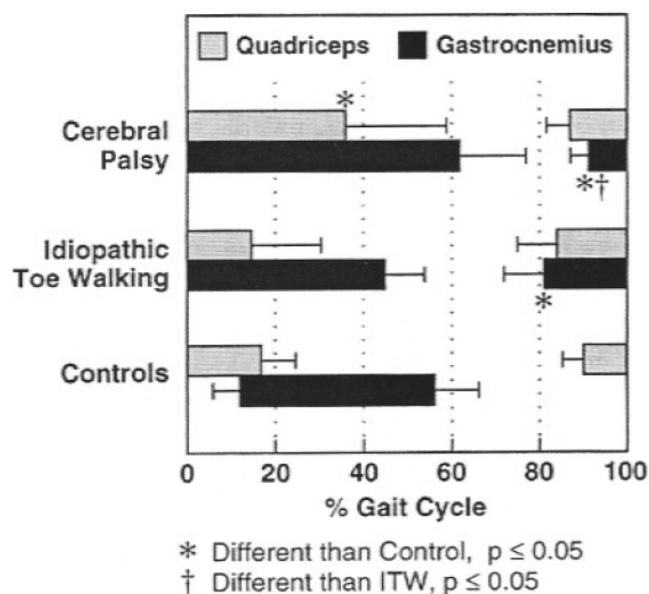


Gráfico 5. Comparación de la actividad muscular de cuádriceps y gemelos durante la marcha en AP, niños con PCI y sin alteraciones, que mostró diferencias significativas en la activación del cuádriceps entre los niños con PCI y los del grupo control y en la activación de los gemelos de los niños con PCI y los AP con los del grupo control y también entre ellos. Fuente: Policy y cols. [91].



Gráfico 6. Aplicación del Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo en AP, mediante el planteamiento de situaciones de reconocimiento de presión, táctil y cinestésico con los ojos cerrados, las cuales requieren para su resolución el control del esquema motor alterado.

TABLAS

Tabla 1. Preguntas de la Toe Walking Tool y orden de progresión. Traducido de Williams y cols. [95]. N/A no aplicable.

PREGUNTA	TEMA	RESPUESTA QUE PUEDE INDICAR UNA CAUSA MÉDICA
Nombre	Demográfico	N/A
Fecha de nacimiento	Demográfico	N/A
Sexo	Demográfico	N/A
El niño o la niña camina de puntillas	Demográfico	N/A
¿Tiene el niño o la niña alguna alteración por la que se haya debido pedir asistencia médica y/o haya sido diagnosticada que origine marcha de puntillas?	Demográfico	N/A
¿Tiene el niño o la niña un diagnóstico de trastorno del espectro autista?	Neurogénico	Sí
¿Tiene el niño o la niña un diagnóstico de parálisis cerebral?	Neuromuscular	Sí
¿Tiene el niño o la niña un diagnóstico de distrofia muscular?	Neuromuscular	Sí
¿Tiene el niño o la niña un diagnóstico de retraso del desarrollo global?	Neurogénico	Sí
En el momento del nacimiento ¿su peso estuvo por encima de los 2500 g?	Neuromuscular	No
En el momento del nacimiento ¿estaba por encima de las 37 semanas de gestación?	Neuromuscular	No
¿Requirió el niño o la niña cuidados especiales de enfermería o cuidados intensivos neonatales después del nacimiento?	Neuromuscular	Sí
¿Caminó el niño o la niña antes de los 20 meses de edad?	Neuromuscular / Neurogénico	No
¿Tiene el niño o la niña algún miembro de la familia que camine de puntillas sin ninguna otra patología?	Demográfico	N/A
¿El niño o la niña camina de puntillas sólo con un pie?	Traumático	Sí
¿El niño o la niña camina de puntillas por dolor?	Traumático	Sí
¿El niño o la niña ha caminado anteriormente apoyando todo el pie y ha comenzado recientemente a caminar de puntillas?	Traumático / Neuromuscular	Sí
¿El niño o la niña es capaz de caminar sobre sus talones si se le pide?	Traumático / Neuromuscular	No
Al valorar el rango de movimiento del tobillo o la cadera ¿hay un clonus y/o reflejo de prensión?	Neuromuscular	No
Cuando se le pide al niño o la niña que se levante del suelo ¿hay un signo de Gower's positivo?	Neuromuscular	Sí
¿Hay un reflejo patelar normal?	Neuromuscular	No
¿Hay un Babinski normal?	Neuromuscular	No
a. ¿Están los flexores de cadera acortados para un niño o niña de esa edad (test de Thomas)?	Neuromuscular	Respuesta Sí para dos de las cuestiones
b. ¿Están los isquiotibiales acortados para un niño o niña de esa edad (ángulo poplíteo)?		
c. ¿Están los gemelos y el sóleo acortados para un niño o niña de esa edad (test de Lunge)?		
¿Tiene el niño o la niña más de 2 retrasos significativos en los hitos del desarrollo?	Neurogénico	Sí
¿Tiene el niño o la niña una limitación en el contacto ocular, rituales estrictos o comportamientos repetitivos relacionados con ellos, por ejemplo, alinear los juguetes, mecerse o rotar?	Neurogénico	Sí

Tabla 2. Evidencia de los distintos estudios publicados, escala de la Agencia de Evaluación de Tecnología Médica de Cataluña (AATM).

NIVEL DE EVIDENCIA	NIVEL DE RECOMENDACIÓN	DISEÑO	AUTOR, AÑO	INTERVENCIÓN
IV	B-C	Ensayo clínico controlado, no aleatorizado	Stricker y Angulo, 1998	Observación, férulas o cirugía
V	C	Ensayo clínico controlado, no aleatorizado, retrospectivo	Taussig y Delouvé, 2001	Férulas, reeducación o cirugía frente a seguimiento
V	C	Ensayo clínico controlado, no aleatorizado, retrospectivo	Eastwood y cols., 2000	Observación, férulas o cirugía y férulas
V	C	Ensayo clínico no controlado ni aleatorizado, retrospectivo	Hirsch y Wagner, 2004	Férulas, fisioterapia (estiramientos, ejercicios) o ambas
V	C	Ensayo clínico no controlado ni aleatorizado, retrospectivo	Stott y cols., 2004	Férulas y estiramientos o cirugía y férulas
VIII	D	Serie clínica no controlada	Clark y cols., 2010	Control motor (2 h/ semana, 9 semanas)
VIII	D	Serie clínica no controlada	Brunt y cols., 2004	Toxina botulínica y Fisioterapia post-tratamiento
VIII	D	Serie clínica no controlada	Engström y cols., 2010	Toxina botulínica y programa de ejercicios domiciliarios, pasivos y activos
VIII	D	Serie clínica no controlada	Fox y cols., 2006	Férulas y estiramientos de Aquiles
VIII	D	Serie clínica no controlada	Griffin y cols., 1977	Férulas
VIII	D	Serie clínica no controlada	Brouwer y cols., 2000	Férulas seriadas de 3 a 6 semanas
VIII	D	Serie clínica no controlada	Jahn y cols., 2009	Cirugía (dos métodos diferentes)
VIII	D	Serie clínica no controlada, retrospectiva	Hemo y cols., 2006	Cirugía
VIII	D	Serie clínica no controlada, retrospectiva	Kogan y Smith, 2001	Cirugía y férulas
IX	D	Caso único	Martín y cols., 2009	Fisioterapia neurológica y ortesis plantares
IX	D	Caso único	Martín y cols., 2008	Fisioterapia global para evitar alargamiento quirúrgico

Tabla 3. Calidad metodológica de los ensayos clínicos publicados, según escala PEDro.

AUTOR, AÑO	PUNTUACIÓN TOTAL	CALIDAD DEL ESTUDIO
Hirsch y Wagner, 2004	1	Pobre
Taussig y Delouvé, 2001	1	Pobre
Stricker y Angulo, 1998	1	Pobre
Stott y cols., 2004	2	Pobre
Eastwood y cols., 2000	3	Pobre

Tabla 4. Evaluación ortopédica del tobillo y pie.

MEDICIÓN	DERECHA	IZQUIERDA
FLEXIÓN DORSAL CON RODILLA EXTENDIDA	80°	80°
FLEXIÓN DORSAL CON RODILLA FLEXIONADA	96°	90°
ÁNGULO POPLÍTEO	140°	142°
POSICIÓN RELAJADA DEL CALCÁNEO EN CARGA	8° VALGO	0°
TERCIO DISTAL DE LA PIERNA	0	2° VALGO
ÁNGULO DE PRONACIÓN	8° VALGO	2 °VALGO

Tabla 5. Elementos predictivos de la evolución terapéutica en el caso presentado.

ASPECTOS POSITIVOS	ELEMENTO A VALORAR	ASPECTOS NEGATIVOS
	Autoconciencia	No reconoce la diferencia entre la posición de los pies ni tampoco una forma de caminar diferente Dificultades en lateralización
No ha sido tratada nunca con ETC	Tiempo sin tratamiento	4,5 años
Modificación ya durante la exploración	Específico motor	Hiperactividad motora
Tacto en pie	Cómo reconoce	Cinestesia en MI: No diferencia entre posiciones extremas de los pies
En modalidad de “adivinanza”: mejora el comportamiento	Imagen	Se fija en el resultado final del movimiento de los MMII y no en el propio gesto Dificultad en las transformaciones visuo-cinestésicas
Interacción fluida con la terapeuta, expresividad no verbal	Lenguaje	Escaso uso del lenguaje, para referirse al entorno y, más aún, al propio cuerpo
Interés por conocer, curiosidad	Atención	Labilidad atencional
Buena disposición a las actividades propuestas, motivación Se modifica durante la valoración Mantenimiento de algunas modificaciones y aprendizajes una semana después	Aprendizaje	

Tabla 6. Ejercicios para la primera fase del tratamiento planteado.

<p>EJERCICIOS PREPARATORIOS: Reconocimiento del propio cuerpo y de objetos con el pie</p> <ul style="list-style-type: none">- Acariciar los pies con las manos de la niña- Reconocimiento del propio cuerpo o de objetos que interesan a la niña con el pie (peluches, pelotas de distintas texturas y densidades, figuras)
<p>EJERCICIO 1: Reconocimiento del propio cuerpo</p> <ul style="list-style-type: none">- CONTENIDOS:<ul style="list-style-type: none">• Sensibilidad táctil o cinestésica• Atención selectiva o secuencial• Memoria de trabajo y táctil o cinestésica• Transformaciones táctil/cinestésica – visual - lingüística- MODALIDAD: En supino o <i>long-sitting</i> ("sedestación larga"), La niña tiene que indicar el dedo o la zona del pie, de todo el MI o el cuerpo que se le ha tocado o movido. Se irá aumentando la dificultad haciéndolo de forma secuencial en dos o más zonas a la vez y también se le puede preguntar hacia dónde se ha movido.- OBJETIVO: Mantener una quietud total mientras permanece tumbada 1 minuto.
<p>EJERCICIO 2: Reconocimiento de texturas</p> <ul style="list-style-type: none">- CONTENIDOS:<ul style="list-style-type: none">• Sensibilidad táctil• Atención selectiva, dividida o secuencial• Memoria de trabajo y táctil• Transformaciones táctil– visual - lingüística- MODALIDAD: En supino o <i>long-sitting</i>, La niña tiene que indicar la textura que ha sentido o bien elegir una e indicar cuándo se le hace sentir. Se irá aumentando la dificultad poniendo más texturas y más parecidas, además de hacerlo con los dos pies a la vez, en simultáneo y de forma secuencial, y también con una textura en el antepié y otra en el retropié del mismo pie.- OBJETIVO: Mantener el pie completamente apoyado mientras permanece en <i>long-sitting</i> 1 minuto.
<p>EJERCICIO 3: Reconocimiento de posiciones o trayectorias</p> <ul style="list-style-type: none">- CONTENIDOS:<ul style="list-style-type: none">• Sensibilidad cinestésica• Atención selectiva, dividida, secuencial o mantenida• Memoria de trabajo y cinestésica• Transformaciones cinestésica – visual - lingüística- MODALIDAD: En supino o <i>long-sitting</i>, La niña tiene que indicar la posición del pie o del miembro inferior que ha sentido (en base a la posición del pie en un objetivo o entre las posiciones de todo el MI que le muestra la terapeuta) o bien elegir una e indicar cuándo se le hace sentir. Se irá aumentando la dificultad poniendo más posiciones o trayectorias y más parecidas, además de que impliquen el movimiento de más articulaciones a la vez.- OBJETIVO: Ser capaz de describir, de entre las opciones planteadas verbalmente, cómo están situados sus dos MMII sin control visual en la posición supina, mientras mantiene en reposo todo el cuerpo 1 minuto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Eiff MP, Steiner E, Zegar D. What is the appropriate evaluation and treatment of children who are "toe walkers"? *J Fam Pract.* 2006;55(5):449-50.
- [2] Westberry DE, Davids JR, Davis RB, de Moraes MC. Idiopathic toe walking: a kinematic and kinetic profile. *J Pediatr Orthop.* 2008;28(3):352-8.
- [3] Kogan M, Smith J. Simplified approach to idiopathic toe-walking. *J Pediatr Orthop.* 2001;21(6):790-1.
- [4] Fox A, Deakin S, Pettigrew G, Paton R. Serial casting in the treatment of idiopathic toe-walkers and review of the literature. *Acta Orthop Belg.* 2006;72(6):722-30.
- [5] Brunt D, Woo R, Kim HD, Ko MS, Senesac C, Li S. Effect of botulinum toxin type A on gait of children who are idiopathic toe-walkers *J Surg Orthop Adv.* 2004;13(3):149-55.
- [6] Stricker SJ. Evaluation and Treatment of the Child with Tiptoe Gait. *Int Pediatr.* 2006;21(2):91-8.
- [7] Stott NS, Walt SE, Lobb GA, Reynolds N, Nicol RO. Treatment for idiopathic toe-walking: results at skeletal maturity. *J Pediatr Orthop.* 2004;24(1):63-9.
- [8] Statham L, Murray MP. Early walking patterns of normal children. *Clin Orthop.* 1971;79:8-24.
- [9] Hall JE, Salter RB, Bhalla SK. Congenital short tendo calcaneus. *J Bone Joint Surg.* 1967;49B(4):695-7.
- [10] Fragnière B, Garoflid N, Dutoit M. Mon enfant marche sur la pointe des pieds. *Rev Med Suisse Romande.* 2000;120(10):811-4.
- [11] Caselli MA, Rzonca EC, Lue BY. Habitual toe-walking: evaluation and approach to treatment. *Clin Podiatr Med Surg.* 1988;5(3):547-59.
- [12] Sala DA, Shulman LH, Kennedy RF, Grant AD, Chu ML. Idiopathic toe-walking: a review. *Dev Med Child Neurol.* 1999;41:846-8.
- [13] Sobel E, Caselli MA, Velez Z. Effect of persistent toe walking on ankle equinus. Analysis of 60 idiopathic toe walkers. *J Am Podiatr Med Assoc* 1997;87(1):17-22.
- [14] Eastwood D, Menelaus M, Dickens D, et al. Idiopathic toe-walking: does treatment alter the natural history? *J Pediatr Orthop B.* 2000;9(1):47-9.
- [15] Furrer F, Deonna T. Persistent toe-walking in children. *Helvetica Pediatr Acta.* 1982;37:301-16.
- [16] Katz M, Mubarak S. Hereditary tendo achillis contractures. *J Pediatr Orthop.* 1984;4:711-4.
- [17] Engström P, Tedroff K. The prevalence and course of idiopathic toe-walking in 5-year-old children. *Pediatrics.* 2012;130(2):279-84.
- [18] Griffin PP, Wheelhouse WW, Shiavi R, Bass W. Habitual toe-walkers: a clinical and electromyographic gait analysis. *J Bone Joint Surg.* 1977;59A:97-101.
- [19] Hicks R, Durinick N, Gage JR. Differentiation of idiopathic toe-walking and cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 1988;8:160-3.
- [20] Shulman LH, Sala DS, Chu MLY, McCaul PR, Sandler BJ. Developmental implications of idiopathic toe walking. *J Pediatr.* 1997;4:541-6.
- [21] Stricker SJ, Angulo JC. Idiopathic toe walking: a comparison of treatment methods. *J Pediatr Orthop.* 1998;18:289-93.
- [22] Tidwell M. The Child with Tip-Toe Gait. *Int Pediatr.* 1999;14(4):235-8.
- [23] Williams CM, Tinley P, Curtin M. Idiopathic toe walking and sensory processing dysfunction. *J Foot Ankle Res.* 2010;3:16-20.
- [24] Williams CM, Tinley P, Curtin M, Wakefield S, Nielsen S. Is idiopathic toe walking really idiopathic? The motor skills and sensory processing abilities associated with idiopathic toe walking gait. *J Child Neurol.* 2013;Jan 24.
- [25] Williams CM, Tinley P, Curtin M, Nielsen S. Vibration perception thresholds in children with idiopathic toe walking gait. *J Child Neurol.* 2012 20 March 1-5.
- [26] Williams CM, Tinley P, Curtin M, Nielsen S. Hand preference in children with an idiopathic toe walking gait. *Acta Pædiatrica.* 2012;101:e140-1.
- [27] Engström P, Van't Hooft I, Tedroff K. Neuropsychiatric symptoms and problems among children with idiopathic toe-walking. *J Pediatr Orthop.* 2012;32(8):848-52.
- [28] Crenna P, Fedrizzi E, Andreucci E, Frigo C, Bono R. The heel-contact gait pattern of habitual toe walkers. *Gait Posture.* 2005;21:311-7.
- [29] Alvarez C, Vera M, Beauchamp R, Ward V, Black A. Classification of idiopathic toe walking based on gait analysis: Development and application of the ITW severity classification. *Gait Posture.* 2007;26:428-35.

- [30] Jóźwiak M, Ławniczak D, Manikowska F, Idzior M. Idiopathic toe walking (ITW)--normal or pathological? *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 2010;75(1):24-9.
- [31] Taussig G, Delouvé E. La marche en équin idiopathique de l'enfant. Diagnostic et évolution spontanée. *Ann Readapt Med Phys.* 2001;44:333-9.
- [32] Martín P. Análisis clínico, baropodométrico y neuromadurativo de los niños con marcha de puntillas idiopática en edad preescolar [Tesis Doctoral]: Universidad Complutense de Madrid; 2012.
- [33] Accardo P, Morrow J, Heaney MS, Whitman B, Tomazic T. Toe walking and language development. *Clin Pediatr (Phila).* 1992;31(3):158-60.
- [34] Engelbert RH, Gorter JW, Uiterwaal CS, van de Putte E, Helders PJ. Idiopathic toe-walking in children, adolescents and young adults: a matter of local or generalised stiffness? *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;12:61.
- [35] Clark E, Sweeney JK, Yocum A, McCoy SW. Effects of motor control intervention for children with idiopathic toe walking: a 5-case series. *Pediatr Phys Ther.* 2010;22:417-26.
- [36] Kalen V, Adler N, Bleck EE. Electromyography of idiopathic toe walking. *J Pediatr Orthop.* 1986;6:31-3.
- [37] Hirsch G, Wagner B. The natural history of idiopathic toe-walking: a long-term follow-up of fourteen conservatively treated children. *Acta Paediatr.* 2004;93:196-9.
- [38] Accardo P, Whitman B. Toe walking. A marker for language disorders in the developmentally disabled. *Clin Pediatr (Phila).* 1989;28(8):347-50.
- [39] Brouwer B, Davidson LK, Olney SJ. Serial casting in idiopathic toe-walkers and children with spastic cerebral palsy *J Pediatr Orthop.* 2000;20:221-5.
- [40] Pascual R, López P, Alonso C. Marcha infantil. *Rev Esp Podol.* 2001;XII(2):89-96.
- [41] Sutherland DH, Olsen R, LesCooper L, Woo S. The development of mature gait. *J Bone Joint Surg.* 1980;62(3):336-53.
- [42] Eastwood DM, Dennett X, Shield LK, Dickens DR. Muscle abnormalities in idiopathic toe-walkers. *J Pediatr Orthop B.* 1997;6:215-8.
- [43] Burnett CN, Johnson EW. Development of gait in childhood: Part II. *Dev Med Child Neurol.* 1971;13:207-15.
- [44] Angulo MT. La marcha en la infancia. *Rev Ortop Traumatol (Madr)* 1996;40:187-94.
- [45] Solan MC, Kohls-Gatzoulis J, Stephens MM. Idiopathic toe walking and contractures of the triceps surae. *Foot Ankle Clin N Am.* 2010;15:297-307.
- [46] Oetgen ME, Peden S. Idiopathic toe walking. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(5):292-300.
- [47] McMulkin ML, Baird GO, Caskey PM, Ferguson RL. Comprehensive outcomes of surgically treated idiopathic toe walkers. *J Pediatr Orthop.* 2006;26:606-11.
- [48] Portellano JA, Mateos R, Martínez-Arias R, Tapia A, Granados MJ. Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANIN). Madrid: TEA Ediciones 2000.
- [49] Portellano JA, Mateos R, Valle M, Arizcun J, Martínez-Arias R. Trastornos neuropsicológicos en niños de muy bajo peso al nacer en edad preescolar. *Acta Ped Esp.* 1997;55:375-9.
- [50] Staheli LT. Planovalgus foot deformity. Current status. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1999;89(2):94-9.
- [51] Roselli P, Duplat JL, Uribe IC, Turriago CA. *Ortopedia Infantil.* Bogotá: Editorial Médica Panamericana 2005.
- [52] Thompson P, Volpe R. *Introduction to Podopediatrics.* 2ª ed. Edinburgh: Churchill Livingstone 2001.
- [53] Tax HR. *Podopediatrics.* 2ª ed. Baltimore: Williams and Wilkins 1981.
- [54] Orejana AM. *Evolución del pie y del miembro inferior durante la infancia.* Madrid: Universidad Complutense de Madrid 2001.
- [55] Hennig EM, Staats A, Rosenbaum D. Plantar pressure distribution patterns of young school children in comparison to adults. *Foot Ankle Int.* 1994;15:35-40.
- [56] Nakai T, Takakura Y, Sugimoto K, Tamai S, Kurumatani N. Morphological changes of the ankle in children as assessed by radiography and arthrography. *J Orthop Sci.* 2000;5(2):134-8.
- [57] Valmassy RL, editor. *Clinical biomechanics of the lower extremity.* St Louis: Mosby 1996.
- [58] Gentil I, Fuentes M. Salud podológica en una población escolar. *Rev Esp Podol.* 1998;IX(2):93-112.
- [59] Astron M, Arvidson T. Alignment and joint motion in the normal foot. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995;22(5):216-22.
- [60] Prat J, coord. *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica.* Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia 1999.
- [61] Perry J, ed. *Gait Analysis. Normal and Pathological Function.* Thorofare: SLACK Inc 1992.

- [62] Close JR, Inman VT, Poor PM, Tood FN. The function of subtalar joint. Clin Orthop. 1967;50(1-2):159-79.
- [63] Wright DG, Desai ME, Henderson BS. Action of the subtalar and ankle-joint complex during the stance phase of walking. J Bone Joint Surg. 1964;46A(2):361-82.
- [64] Sutherland DH, Olsen R, Biden E, Wyatt M. The Development of Mature Walking. Oxford: MacKeith Press 1989.
- [65] Viel E, coord. La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Barcelona: Masson 2002.
- [66] Norlin R, Odenrick P, Sandlund B. Development in gait in the normal children. J Pediatr Orthop. 1982;1(3):261-6.
- [67] McGraw MB. Neuromuscular development of the human infants as exemplified in the achievement of erect motion. J Pediatr. 1940;17:747-71.
- [68] Grimshaw PN, Marques-Bruna P, Salo A, Messenger N. The 3-dimensional kinematics of the walking cycle of children aged between 10 and 24 months: cross sectional and repeated measures. Gait Posture. 1998;7:7-15.
- [69] Tood F, Lamoureux LW. Variations in the gait of normal children. J Bone Joint Surg. 1989;71A:196-204.
- [70] Saunders JB, Inman VT, Eberhart HD. The major determinants in normal and pathological gait. J Bone Joint Surg. 1953;35A(3):543-57.
- [71] Inman VT, Ralston HJ, Todd F. Human Walking. Baltimore: Williams & Wilkins 1981.
- [72] Sutherland D. The development of mature gait. Gait Posture. 1997;6:163-70.
- [73] Leonard EL. Early motor development and control: Foundations for independent walking. In: Smith GL, ed. *Gait in Rehabilitation Clinics in Physical Therapy*. New York: Churchill Livingstone 1990:121-40.
- [74] Gesell A. El niño de 1 a 5 años. Guía para el estudio del niño preescolar. Barcelona: Paidós Ibérica 1997.
- [75] Thelen E, Kelso JAS, Fogel A. Self-organizing systems and infant motor development. Dev Rev. 1987;7:39-65.
- [76] Kamm K, Thelen E, Jensen JL. A dynamical systems approach to motor development. Phys Ther. 1990;70:763-75.
- [77] Levine M. Congenital short tendo calcaneus. Report of a family. Am J Dis Child. 1973;125:858-9.
- [78] Colbert EG, Koegler RR. Toe walking in childhood schizophrenia. J Pediatr. 1958;53(2):219-20.
- [79] Kelly IP, Jenkinson A, Stephens M, O'Brien T. The kinematic patterns of toe-walkers. J Pediatr Orthop. 1997;17:478-80.
- [80] Montgomery P, Gauger J. Sensory dysfunction in children who toe walk. Phys Ther. 1978;58:1195-204.
- [81] Papariello S, Skinner S. Dynamic electromyography analysis of habitual toe-walkers. J Pediatr Orthop. 1985;5:171-5.
- [82] Weber D. "Toe-walking" in children with early childhood autism. Acta Paedopsychiatr. 1978;43:73-83.
- [83] Romero R. Niños prematuros: un reto para la fisioterapia. Cuest Fisioter. 2004;27:29-38.
- [84] Ancel PY. Handicap neuro-sensoriel grave de l'enfant grand prématuré. J Gynaecol Obstet Biol Reprod. 2004;33:461-74.
- [85] Newman CJ, Ziegler AL, Jeannot PY, Roulet-Pérez E, Deonna TW. Transient dystonic toe-walking: differentiation from cerebral palsy and a rare explanation for some unexplained cases of idiopathic toe-walking. Dev Med Chil Neurol. 2006;48:96-102.
- [86] Ayres AJ. Sensory integration and the child - Understand hidden sensory challenges. Los Angeles: Western Psychological Services 2005.
- [87] Futagi Y, Toribe Y, Ueda H, Suzuki Y. Neurodevelopmental outcome of children with idiopathic toe-walking. No To Hattatsu. 2001;33(6):511-6.
- [88] Domb BG, Khanna AJ, Mitchell SE, Frassica FJ. Toe-walking attributable to venous malformation of the calf muscle. Clin Orthop 2004;420:225-9.
- [89] Davids JR, Foti T, Dabelstein J, Bagley A. Voluntary (normal) versus obligatory (cerebral palsy) toe-walking in children: a kinematic, kinetic, and electromyographic analysis. J Pediatr Orthop. 1999;19:461-9.
- [90] Brunt D, Woo R, Kim H, Ko M, et al. Effect of botulinum toxin type A on gait of children who are idiopathic toe-walkers and children with spastic cerebral palsy. J Pediatr Orthop. 2000;20:221-5.

- [91] Policy JF, Torburn L, Rinsky L, Rose J. Electromyographic test to differentiate mild diplegic cerebral palsy and idiopathic toe-walking. *J Pediatr Orthop*. 2001;21:784-9.
- [92] Rose J, Martin JG, Torburn L, Rinsky LA, Gamble JG. Electromyographic differentiation of diplegic cerebral palsy from idiopathic toe walking: involuntary coactivation of the cuadriceps and gastrocnemius. *J Pediatr Orthop*. 1999;19:677-82.
- [93] Marcus A, Sinnott B, Bradley S, Grey I. Treatment of idiopathic toe-walking in children with autism using GaitSpot Auditory Speakers and simplified habit reversal. *Res Autism Spectr Disord*. 2010;4:260-7.
- [94] Barrett RP, Linn DM. Treatment of stereotyped toe-walking with overcorrection and physical therapy. *Appl Res Ment Retard*. 1981;2:13-21.
- [95] Williams CM, Tinley P, Curtin M. The Toe Walking Tool: a novel method for assessing idiopathic toe walking children. *Gait Posture*. 2010;32(4):508-11.
- [96] Guerrero MK. Adaptación del Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil -CUMANIN- en una población urbana de Lima. *Dispersión*. 2006;III(8):1-14.
- [97] Vidal M. Estimulación temprana (de 0 a 6 años): Desarrollo de capacidades, valoración y programas de intervención. Volumen 2: Desarrollo de capacidades e intervención temprana. Madrid: CEPE 2007.
- [98] Williams CM, Tinley P, Curtin M. Idiopathic toe walking and sensory processing disfunction. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2010;3:16-20.
- [99] Calvo-Guisado M, Díaz-Borrego P, J González-García de Velasco, Fernández-Torrico J, Conejero-Casares J. Tres técnicas de medición de la flexión dorsal del tobillo: fiabilidad inter e intraobservador. *Rehabilitacion (Madr)*. 2007;51(5):200-6.
- [100] Clapper MP, Wolf SL. Comparison of the reliability of the Orthoranger and the standard goniometer for assessing active lower extremity range of motion. *Phys Ther*. 1988;68:214-8.
- [101] DiGiovanni CW, Langer P. The role of isolated gastrocnemius and combined achilles contractures in the flatfoot. *Foot Ankle Clin N Am*. 2007;12:363-79.
- [102] Péjin Z, Pannier S, Glorion C. La marche sur la pointe des pieds [Toe Walker]. *Arch Pediatr*. 2010;17(9):1368-72.
- [103] Sobel E, Levitz S, Caselli M, Brentnall Z, Tran MQ. Natural history of the rearfoot angle: preeliminary values in 150 children. *Foot Ankle Int*. 1999;29(2):119-25.
- [104] McPoil TG, Cornwall MW. Relationship between neutral subtalar joint position and pattern of rearfoot motion during walking. *Foot Ankle Int*. 1994;15(3):141-5.
- [105] McPoil TG, Cornwall MW. Relationship between three static angles of the rearfoot and the pattern of rearfoot motion during walking. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996;23(6):370-75.
- [106] Sobel E, Levitz SL, Caselli MA, Tran M, Lepore F, Lilja E, et al. Reevaluation of the relaxed calcaneal stance position. Reliability and normal values in children and adults. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1999;89(5):258-64.
- [107] Evans AM, Cooper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the Foot Posture Index and Traditional Measures of Foot Position. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2003;93(3):203-13.
- [108] Reimers J, Pedersen B, Brodersen A. Foot deformity and the length of the triceps surae in Danish children between 3 and 17 years old. *J Pediatr Orthop B*. 1995;4(1):71-3.
- [109] Napolitano C, Walsh S, Mahoney L, McCrea JD. Risk factors that may adversely modify the natural history of the pediatric pronated foot. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*. 2000;17(3):397-717.
- [110] Norkin CC, White DJ. Goniometría. Evaluación de la movilidad articular Madrid: Marbán 2006.
- [111] Rachkidi R, Ghanem I, Kalouche I, El Hage S, Dagher F, Kharrat K. Is visual estimation of passive range of motion in the pediatric lower limb valid and reliable. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009;10:126-35.
- [112] Gajdosik RL. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech*. 2001;16:87-101.
- [113] Gajdosik RL, Rieck MA, Sullivan DK. Comparison of four clinical tests for assessing hamstring muscle length. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;18:614-8.
- [114] Rolls A, George K. The relationship between hamstring muscle injuries and hamstring muscle length in young elite footballers. *Phys Ther Sports*. 2004;5:179-87.
- [115] Ten Berge SR, Halbertsma JP, Maathuis PG, Verheij NP, Dijkstra PU, Maathuis KG. Reliability of popliteal angle measurement: a study in cerebral palsy patients and healthy controls. *Pediatr Orthop*. 2007;27(6):648-52.

- [116] Pendharkar G, Lai DT, Begg RK. Detecting idiopathic toe-walking gait pattern from normal gait pattern using heel accelerometry data and Support Vector Machines. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2008;2008:4920-3.
- [117] Armand S, Watelain E, Mercier M, Lensel G, Lepoutre FX. Identification and classification of toe-walkers based on ankle kinematics, using a data-mining method. *Gait Posture.* 2006;23:240-8.
- [118] Armand S, Watelain E, Roux E, Mercier M, Lepoutre FX. Linking clinical measurements and kinematic gait patterns of toe-walking using fuzzy decision trees. *Gait Posture.* 2007;25:475-84.
- [119] Hemo Y, Macdessi SJ, Pierce RA, Aiona MD, Sussman MD. Outcome of patients after achilles tendon lengthening for treatment of idiopathic toe walking. *J Pediatr Orthop.* 2006;26(3):336-40.
- [120] Engström P, Gutierrez EM, Bartonek A, Tedroff K, Orefelt C, Haglund-Akerlind Y. Does botulinum toxin A improve the walking pattern in children with idiopathic toe-walking? *J Child Orthop.* 2010;4:301-8.
- [121] Martín P. Alteraciones de la postura, el equilibrio y la marcha en los niños que andan de puntillas. *Primeras Jornadas Internacionales de Biomecánica, Pie y Postura Clínica Podológica Universidad de Extremadura.* Plasencia 2008.
- [122] Martín P, Ballesteros R, Atín MA, Varela E. Could Physiotherapy prevent orthopaedic and other disorders in idiopathic toe-walkers? A case report. *5th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine.* Estambul 2009.
- [123] Vojta V. Alteraciones motoras cerebrales infantiles: diagnóstico y tratamiento precoz. 2ª ed. Barcelona: Morata 2005.
- [124] Le Métayer M. Balance cerebro motor del niño pequeño. *Desenvolupa: la Revista de Atención Precoz* 2012.
- [125] Chaudhari S, Bhalarao M, Chitale A, Patil B, Pandit A, Hoge M. Transient tone abnormalities in high risk infants and cognitive outcome at five years. *Indian Pediatr.* 2010;47(11):931-5.
- [126] Breggi I. El ejercicio terapéutico cognoscitivo en el niño con patología neurológica (Método Perfetti). *Desenvolupa: la Revista de Atención Precoz* 2012.
- [127] Collignon H, Thémar-Noël C. Un enfant qui marche sur la pointe des pieds. *Méd Enfance.* 1997;3:117-9.
- [128] Tachdjian MO. Ortopedia Pediátrica. Madrid: Interamericana Mc-Graw-Hill 1994.
- [129] Babb A, Carlson WO. Idiopathic toe-walking. *SD Med.* 2008;61(2):53, 5-7.
- [130] Jahn J, Vasavada AN, McMulkin ML. Calf muscle-tendon lengths before and after Tendo-Achilles lengthenings and gastrocnemius lengthenings for equinus in cerebral palsy and idiopathic toe walking. *Gait Posture.* 2009;29:612-7.
- [131] Jacks LK, Michels DM, Smith BP, Koman LA, Shilt J. Clinical usefulness of botulinum toxin in the lower extremity. *Foot Ankle Clin* 2004;9(2):339-48.
- [132] Brunt D, Woo R, Kim HD, Ko MS, Senesac C, Li S. Effect of Botulinum Toxin Type A on Gait of Children Who Are Idiopathic Toe-Walkers. *J Surg Orthop Adv.* 2004;13(3):149-55.
- [133] Pernet J, Billiaux A, Auvin S, Rakatovao D, Morin L, Presedo A, et al. Early onset toe-walking in toddlers: a cause for concern? *J Pediatr.* 2010;157(3):496-8.
- [134] Atín MA, Martín P, Ballesteros R. Is the conservative treatment the first option for idiopathic toe walkers? A case report *16th European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine* Brujas: Abstract published in *J Rehabil Med* 2008; Suppl 47: 1-303. 2008
- [135] Martín P. Efectividad de la Fisioterapia mediante Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo en los niños con marcha de puntillas idiopática. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología)* 2010;2(1):428-46.
- [136] Martín P, Ballesteros R, Atín MA. ¿Qué hacer cuando un niño anda de puntillas? *Podoscopio.* 2009;42:595-603.
- [137] Bonavolta C. La riabilitazione del cammino in età evolutiva: l'integrazione intersistemica e la costruzione delle conoscenze [Tesi di Laurea]. Trieste: Università degli Studi di Trieste; 2003.
- [138] Puccini P, Perfetti C. L'intervento riabilitativo nel bambino affetto da paralisi cerebrale infantile. Roma: Marrapese 1987.
- [139] Conrad L, Bleck EE. Augmented auditory feedback in the treatment of equinus gait in children. *Dev Med Child Neurol.* 1980;22:713-18.
- [140] Newman CJ, Ziegler AL, Jeannot PY, Roulet-Perez E, Deonna TW. Transient dystonic toe-walking: differentiation from cerebral palsy and a rare explanation for some unexplained cases of idiopathic toe-walking. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48:96-102.
- [141] Klooker TK, Schuerman FABA. Idiopathic toe-walking. *Pediatric Clinics Amsterdam.* 2006;17(1):1-3.

